

RESPONS FISIOLOGIS DAN DAYA TAHAN PANAS SAPI
PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI BRAHMAN CROSS
DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI
LAMPUNG SELATAN

SKRIPSI

Oleh

FABIAN ADHITIA
1714141023



JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

ABSTRAK

RESPONS FISILOGIS DAN DAYA TAHAN PANAS SAPI PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI BRAHMAN CROSS DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI LAMPUNG SELATAN

Oleh

Fabian Adhitia

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons fisiologis dan daya tahan panas ternak sapi Peranakan Ongole (PO) dan sapi Brahman Cross (BX). Penelitian ini dilaksanakan di KPT Maju Sejahtera, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, yang terdiri dari 6 kelompok yaitu Bumi Asih Sejahtera, Karya Makmur, Sudi Makmur 3, Fajar Jaya, Barokah Jaya, dan Jaya Abadi. Penelitian ini berlangsung dari bulan September sampai Oktober 2021. Data penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Sampel yang digunakan sebanyak 66 ekor sapi betina BX dan PO yang ditentukan dengan *purposive sampling*. Peubah yang diamati ialah respons fisiologis ternak meliputi suhu rektal, frekuensi pernafasan, frekuensi denyut jantung, dan indeks daya tahan panas, serta iklim mikro kandang yang meliputi, suhu udara, kelembaban udara (RH), dan *Temperature Humidity Index* (THI). Hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata THI di lokasi penelitian sebesar 83,58. Rataan frekuensi respirasi pagi dan siang hari berturut-turut yaitu $24,91 \pm 3,48$ kali/menit; $33,50 \pm 3,84$ kali/menit (sapi PO) dan $21,25 \pm 3,88$ kali/menit; $34,47 \pm 5,20$ kali/menit (sapi BX). Rataan frekuensi denyut jantung pagi dan siang hari berturut-turut yaitu $56,38 \pm 10,31$ kali/menit; $70,65 \pm 10,57$ kali/menit (sapi PO) dan $59,28 \pm 6,23$ kali/menit; $76,19 \pm 10,30$ kali/menit (sapi BX). Rataan suhu rektal pagi dan siang hari berturut-turut yaitu $37,79 \pm 0,25$ °C; $38,58 \pm 0,23$ °C (sapi PO) dan $37,95 \pm 0,26$ °C; $38,92 \pm 0,37$ °C (sapi BX). Rataan daya tahan panas sapi betina PO dan BX berturut-turut adalah sebagai berikut $2,36 \pm 0,25$ dan $2,67 \pm 0,24$. Dari penelitian ini dapat disimpulkan sapi PO memiliki daya tahan panas yang lebih baik dari sapi BX.

Kata kunci : Daya tahan panas, Denyut jantung, Respirasi, Respons fisiologis, Suhu rektal.

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND HEAT RESISTANCE INDEX OF ONGOLE CROSSBREED (PO) AND BRAHMAN CROSS (BX) IN KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI DISTRICT SOUTH LAMPUNG REGENCY

By

Fabian Adhitia

This study aims to determine the physiological responses and heat tolerance coefficient index of Ongole crossbreed (PO) and Brahman Cross cattle (BX). This research was conducted at KPT Maju Sejahtera, Tanjung Sari District, South Lampung Regency, Lampung Province, which consisted of 6 groups, namely Bumi Asih Sejahtera, Karya Makmur, Sudi Makmur 3, Fajar Jaya, Barokah Jaya, and Jaya Abadi. This research took place from September to October 2021. The research data used primary data and secondary data. The samples used were 66 heads of BX and PO female cattle which were determined by purposive sampling. The observed variables were the physiological responses of cattle including cow rectal temperature ($^{\circ}\text{C}$), respiration rate, heart rate, and heat tolerance coefficient index (HTC), as well as the microclimate of the cage which included air temperature, relative humidity (RH), and Temperature Humidity Index (THI). The results of this study indicate that the average THI in the study area is 83.58. The average of respiration rate in the morning and afternoon, respectively, is $24,91 \pm 3,48 \text{ min}^{-1}$; $33,50 \pm 3,84 \text{ min}^{-1}$ (PO cattle) and $21,25 \pm 3,88 \text{ min}^{-1}$; $34,47 \pm 5,20 \text{ min}^{-1}$ (BX cattle). The average of heart rate in the morning and in the afternoon, respectively, is $56,38 \pm 10,31 \text{ min}^{-1}$; $70,65 \pm 10,57 \text{ min}^{-1}$ (PO cattle) and $59,28 \pm 6,23 \text{ min}^{-1}$; $76,19 \pm 10,30 \text{ min}^{-1}$ (BX cattle). The average morning and afternoon rectal temperatures, respectively, were $37,79 \pm 0,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $38,58 \pm 0,23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (PO cattle) and $37,95 \pm 0,26 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $38,92 \pm 0,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (BX cattle). The average of HTC of PO and BX cows was $2,36 \pm 0,25$ and $2,67 \pm 0,24$, respectively. From this research can be concluded that PO cattle have better heat tolerance than BX cattle.

Keywords : Heart rate, Heat tolerance, Physiological responses, Rectal temperature, Respiration.

RESPONS FISIOLOGIS DAN DAYA TAHAN PANAS SAPI
PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI BRAHMAN CROSS
DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI
LAMPUNG SELATAN

Oleh

Fabian Adhitia

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN

Pada

Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : **RESPONS FISILOGIS DAN DAYA TAHAN PANAS SAPI PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI BRAHMAN CROSS DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI LAMPUNG SELATAN**

Nama : **Fabian Adhitia**

NPM : 1714141023

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing I

Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.
NIP 19670603 199303 1 002

Pembimbing II

Dr. Ir. Ali Husni, M.P.
NIP 196003 19198703 1 002

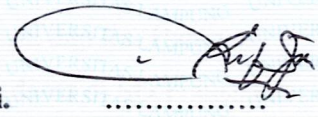
Ketua Jurusan Peternakan

Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.
NIP 19670603 199303 1 002

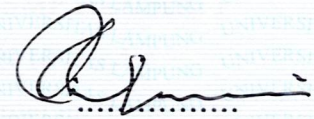
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

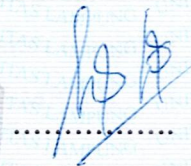
Ketua : Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.



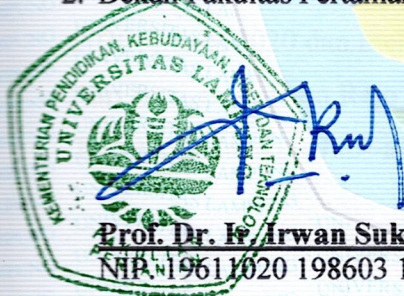
Sekretaris : Dr. Ir. Ali Husni, M.P.



**Penguji
Bukan Pembimbing : drh. Madi Hartono, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Mei 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“RESPONS FISIOLOGIS DAN DAYA TAHAN PANAS SAPI PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI BRAHMAN CROSS DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI LAMPUNG SELATAN”**,

merupakan asli karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.



ndar Lampung, 23 Mei 2022

Fabian Adhitia
1714141023

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukabumi, Jawa Barat pada 17 Oktober 1998, putra kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sammy Atmadinata dan Ibu Hanny Suryati Sjukri. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Fransiskus 1 Tanjung Karang pada 2011; sekolah menengah pertama di SMP Fransiskus 1 Tanjung Karang pada 2014; sekolah menengah atas di SMAN 10 Bandar Lampung pada 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Peternakan, Jurusan Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa studi, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Puralaksana, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat pada Januari 2020--Maret 2020 dan melaksanakan Praktik Umum di Balai Ternak Rambon Asri Baznas, di Desa Rejo Asri, Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah, pada akhir Juli--awal Agustus 2020.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Respons Fisiologis dan Daya Tahan Panas Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Brahman Cross di KPT Maju Sejahtera Tanjung Sari Lampung Selatan. Tidak lupa penulis sanjungkan sholawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar kita Muhammad SAW. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk dapat lulus dari perkuliahan di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Banyak pihak yang terlibat dalam membantu dan memberikan saran dalam penulisan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Perkenankanlah penulis memberikan ungkapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.--selaku Dekan Fakultas Pertanian;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon., M.Si.--selaku Ketua Jurusan Peternakan dan Dosen Pembimbing Utama--yang senantiasa memberikan persetujuan, dukungan, dan doa serta bimbingan;
3. Ibu Dian Septinova, S.Pt, M.T.A.--selaku Sekretaris Jurusan Peternakan--yang telah memberikan dukungan dan motivasi;
4. Bapak Dr. Ir. Ali Husni, M.P...--selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Pembimbing Akademik--yang senantiasa memberikan masukan, motivasi, waktu, ilmu, dan bimbingan;
5. Bapak drh. Madi Hartono, M.P.--selaku Dosen Penguji--yang selalu memberikan motivasi, kritik, dan saran dalam penyempurnaan skripsi penulis maupun saat perkuliahan sedang berlangsung;

6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan--yang telah memberikan pengetahuan dan pembelajaran berharga untuk bekal masa depan bagi penulis;
7. Keluarga tercinta Ayah Sammy Atmadinata dan Ibu Hanny Suryati juga kakak saya Kania Adhistry dan Adik saya Fachrian Adhisatya yang telah memberikan kasih sayang, semangat, dan dukungan baik dalam bentuk moril maupun materil kepada penulis;
8. Teman hidup (by Tulus) penulis Naura Safitri yang tidak pernah henti-hentinya memberikan dukungan moril dan materil penuh cinta kepada penulis;
9. Teman-teman terdekat Calvin, Resta, Ismail, Hanata, Daffa, Fani, Bagus, Rizki, Aldo, Arif Irawan, Guntur, Dandi, Maria, Safira, Panca, dan teman-teman lain yang selalu berusaha ada dalam keadaan suka maupun duka dalam kehidupan penulis.

Semoga segala bentuk bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan..

Bandar Lampung, 23 Mei 2022

Fabian Adhitia

MOTTO

“Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S. Al-Baqarah: 216)

You are not special.
Do now. You'll fail, humiliated.
Doesn't matter, you'll die anyway.
(Penulis)

Going through the unknown.
(Robert T. Kiyosaki)

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Sapi Brahman Cross	8
2.2 Sapi Peranakan Ongole.....	10
2.3. Iklim	11
2.3.1 Suhu dan kelembaban	13
2.3.2 Temperature Humidity Index (THI)	14
2.4 Fisiologis Ternak.....	15
2.4.1 Respirasi ternak.....	15
2.4.2 Denyut jantung ternak.....	16
2.4.3 Suhu tubuh ternak	16
2.4.4 Indeks Daya Tahan Panas (<i>Heat Tolerance Coefficient</i>).....	18
2.4.5 Reproduksi ternak.....	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Peubah yang Diamati.....	22
3.5 Prosedur Penelitian.....	22

3.6 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	24
4.2 Suhu Udara dan Kelembaban Lingkungan.....	26
4.3 Respons Fisiologis.....	28
4.3.1 Respirasi.....	29
4.3.2 Denyut jantung.....	33
4.3.3 Suhu rektal	35
4.3.4 Daya Tahan Panas (<i>Heat Tolerance Coefficient</i>)	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kategori Temperature Humidity Index (THI).....	15
2. Suhu udara dan kelembaban lingkungan.....	26
3. Respons fisiologis sapi PO dan sapi BX.....	29
4. Data respons fisiologis sapi BX.....	50
5. Data respons fisiologis sapi PO.....	52
6. Hasil uji-T suhu rektal sapi PO dan BX.....	54
7. Hasil uji-T frekuensi respirasi sapi PO dan BX.....	55
8. Hasil uji-T denyut jantung sapi PO dan BX.....	56
9. Hasil uji-T suhu rektal pagi dan siang sapi BX.....	57
11. Hasil uji-T frekuensi respirasi pagi dan siang sapi BX.....	59
12. Hasil uji-T frekuensi respirasi pagi dan siang sapi PO.....	60
13. Hasil uji-T denyut jantung pagi dan siang sapi BX.....	61
14. Hasil uji-T denyut jantung pagi dan siang sapi PO.....	62
15. Hasil uji-T daya tahan panas sapi PO dan BX.....	63
16. Persentase peningkatan aspek fisiologis sapi PO dan BX.....	63
17. Kelembaban udara dan THI.....	64

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Usaha peternakan sapi di Indonesia sebagai salah satu penopang sektor pertanian, umumnya berskala kecil sebagai usaha sampingan dan masih bersifat tradisional. Peternakan tradisional yang dilakukan sebagian masyarakat Indonesia dilatarbelakangi sumber daya manusia yang rendah dan modal usaha yang minim. Kondisi seperti itu menjadi permasalahan pemerintah dalam rangka pembangunan ke depan untuk menciptakan peternakan yang maju (Sugeng dikutip Diatmojo *et al.*, 2012).

Keberadaan peternakan sapi potong diperuntukkan untuk mencukupi kebutuhan akan daging nasional maupun daerah. Adanya program-program potensial dalam rangka meningkatkan kuantitas dan kualitas ternak terutama sapi akan menjadi kunci keberhasilan swasembada daging yang selama ini dicanangkan pemerintah sejak tahun 2005. Potensi yang dimiliki sektor peternakan sapi dalam proses pembangunan ekonomi dapat menjadi peluang besar terutama bagi peternak pedesaan untuk mengembangkan usaha yang telah dijalankan ke arah sistem yang lebih baik guna meningkatkan produktivitas dan daya saing komoditi pertanian tersebut.

Selain hal di atas, faktor yang perlu diperhatikan demi terwujudnya pemeliharaan ternak pedaging dengan produktivitas tinggi ialah kondisi lingkungan dan genetik ternak. Menurut Atrian dan Shahryar (2012), faktor lingkungan lebih dominan berpengaruh daripada faktor genetik. Perubahan lingkungan seperti kenaikan suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan intensitas matahari dapat mempengaruhi

respons fisiologis ternak karena ternak mengintegrasikan kondisi lingkungan kemudian merespons secara adaptif melalui perubahan fisiologis yang meliputi perubahan suhu tubuh, kecepatan denyut jantung, dan peningkatan frekuensi respirasi. Selain itu ternak akan merespons dengan respons lanjutan berupa perubahan-perubahan pada sistem hormonal, enzimatik, dan metabolik yang dapat menyebabkan ternak mengalami berbagai gejala penyakit yang disertai rendahnya efisiensi produksi dan reproduksi (Nuriyasa *et al.*, 2016).

Menurut Wijono *et al.* (2006), kondisi daerah tropis di Indonesia merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan ternak pada status fisiologis yang berbeda-beda. Kondisi badan ternak merupakan cerminan kondisi ternak terhadap kemampuan biologis termasuk aktivitas produksi dan dapat tampak dengan perubahan laju pertumbuhan berupa tampilan bobot badan. Laju pertumbuhan merupakan salah satu performans yang digunakan sebagai petunjuk keberhasilan pemeliharaan sapi potong. Faktanya tidak semua bangsa sapi potong dapat berkembang dan berproduksi dengan baik pada kondisi tropis di Indonesia. Ternak sapi memerlukan kondisi lingkungan yang nyaman dengan suhu dan kelembaban yang optimal agar dapat memaksimalkan pertumbuhan berat badan, produksi susu, serta kesehatan reproduksinya.

Kemampuan ternak untuk menyesuaikan diri dari akibat yang ditimbulkan oleh kondisi lingkungan yang panas disebut daya tahan panas. Ternak yang terkena cekaman panas akan memperlihatkan reaksi yang ditandai dengan peningkatan kegiatan proses-proses fisiologis tertentu seperti meningkatkan frekuensi respirasi dan meningkatkan frekuensi denyut jantung untuk meningkatkan pembuangan panas. Daya tahan panas seekor hewan dipengaruhi oleh bangsa, genetika, kelembaban, gerakan udara, radiasi, sistem reproduksi, umur, keadaan bulu, kebiasaan berteduh, musim, aktivitas, dan faktor individu.

Hingga kini ada banyak bangsa sapi lokal dan bangsa sapi hasil persilangan (lokal-impor) yang sudah dipelihara dan dikembangbiakkan oleh peternak di

Indonesia. Beberapa diantaranya memiliki daya tahan terhadap panas dan mampu beradaptasi dengan baik dengan kondisi lingkungan di Indonesia, sehingga di beberapa provinsi pemerintah sudah membuat program khusus guna mendukung dan memperbesar tingkat keberhasilan peternak dalam memelihara dan membiakkan jenis sapi potong unggulan tersebut agar swasembada daging di Indonesia perlahan dapat tercukupi.

Sapi jenis Peranakan Ongole (PO) dan sapi Brahman Cross (BX) merupakan jenis sapi yang banyak dipelihara dan dikembangbiakkan di Lampung Selatan khususnya di Kecamatan Tanjung Sari dengan dukungan program pemerintah. Kedua bangsa sapi ini telah lama dipelihara dan dikembangbiakkan oleh peternak di Indonesia karena mampu beradaptasi dengan baik dengan kondisi lingkungan di Indonesia.

Sapi BX merupakan silangan sapi Brahman dengan sapi Eropa. Tujuan utama dari persilangan ini utamanya adalah menciptakan bangsa sapi potong tropis/subtropis yang mempunyai produktivitas tinggi dengan daya tahan terhadap suhu tinggi, caplak, kutu, serta adaptif terhadap lingkungan tropis yang relatif kering, sedangkan sapi PO merupakan sapi hasil program ongolisasi sapi-sapi lokal di Pulau Jawa dengan sapi Ongole (*Bos indicus*). Program tersebut menghasilkan sapi PO dengan postur tubuh maupun bobot tubuh lebih kecil dibandingkan dengan sapi Ongole, punuk dan gelambir kelihatan kecil atau tidak sama sekali. Sapi PO tahan terhadap iklim tropis dengan musim kemarau (Yulianto dan Saparinto, 2010). Sapi PO lebih toleran pada lingkungan tropis dengan suhu yang panas dan kelembaban yang tinggi serta pakan yang terbatas (Siregar, 2008).

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai respons fisiologis dan indeks daya tahan panas (*heat tolerance coefficient*) sapi PO dan sapi BX untuk mengetahui perbandingan kemampuan adaptasi antara kedua jenis sapi tersebut terhadap kondisi lingkungan di Lampung Selatan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan membandingkan respons fisiologis dan indeks daya tahan panas sapi Peranakan Ongole dan sapi Brahman Cross di KPT Maju Sejahtera Kecamatan Tanjung Sari Lampung Selatan.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan adaptasi sapi PO dan BX, agar nantinya peternak dapat memberikan perlakuan lebih lanjut pada bangsa sapi dengan respons fisiologis dan daya tahan panas yang lebih rendah agar produktivitasnya meningkat. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan mengenai bangsa sapi mana yang lebih cocok dikembangkan di KPT Maju Sejahtera, Lampung Selatan.

1.4 Kerangka Pemikiran

Permintaan masyarakat terhadap produk peternakan sangat besar, terutama pangan hewani asal daging sapi. Namun, hal tersebut belum dapat dipenuhi dengan pasokan dari dalam negeri. Dengan demikian, pengembangan usaha ternak sapi potong memiliki potensi untuk ditingkatkan jumlah pemeliharaannya (Dwiyanto *et al.*, 2010). Murfiani (2017) menyatakan bahwa produksi daging sapi dalam negeri saat ini ditunjang oleh dukungan usaha peternakan domestik yang sebagian besar adalah usaha peternakan rakyat. Kondisi seperti ini memaksa Indonesia untuk selalu melakukan impor, baik dalam bentuk sapi hidup maupun daging.

Rendahnya produktivitas ternak sapi potong juga menjadi faktor utama sulitnya pemerintah dalam mencukupi kebutuhan daging di Indonesia. Menurut Hardjosubroto (1994), tingkat produktivitas ternak ditentukan oleh faktor kemampuan genetik, faktor lingkungan, serta interaksi antar kedua faktor tersebut.

Maka dapat dikatakan bahwa faktor genetik ternak dapat mempengaruhi kemampuannya dalam beradaptasi dengan lingkungan tertentu yang kemudian akan berakibat pada produktivitasnya.

Sapi potong pada umumnya harus dipelihara pada kondisi lingkungan yang nyaman dengan batas maksimum dan minimum suhu udara juga kelembaban lingkungan berada pada *thermoneutral zone* agar berproduksi dengan optimal. Di luar kondisi ini sapi potong akan mengalami stress karena sapi tergolong ternak berdarah panas (homoioterm) yang berusaha mempertahankan suhu tubuhnya antara 38--39 °C (Purwanto, 2004). Prinsip keseimbangan panas pada ternak homoioterm adalah panas yang diterima sama dengan panas yang hilang (Swenson, 1970).

Ada banyak jenis ternak sapi potong yang dikembangkan dan dipelihara oleh peternak di Indonesia, khususnya di KPT Maju Sejahtera, salah satunya sapi BX. Sapi BX merupakan sapi potong yang sering diimpor ke Indonesia. Pemerintah mulai melakukan impor sapi BX dari Australia sekitar tahun 1973. Sapi BX berasal dari sapi Brahman di Australia yang banyak disilangkan dengan sapi Hereford-Shorthorn (HS) atau sapi *Bos taurus* lainnya seperti sapi Angus dan sapi Simmental. Menurut Minish and Fox (1979), sapi ini mempunyai keistimewaan yaitu tahan terhadap suhu panas, mampu beradaptasi terhadap kualitas pakan yang rendah, serta mempunyai kecepatan pertumbuhan yang tinggi. Brahman keturunan murni memiliki koefisien nilai daya tahan panas sebesar 2,53, sedangkan hasil persilangan Brahman keturunan murni dengan sapi Angus (DTP= 3,91) menunjukkan koefisien nilai daya tahan panas sebesar 2,93 berdasarkan perhitungan menggunakan koefisien Benezra (1954) (Randel *et al.*, 1998).

Jenis sapi *Bos taurus* lainnya yang sering disilangkan dengan sapi Brahman ialah sapi Hereford. Sapi Hereford peranakan murni memiliki koefisien nilai daya tahan panas 3,43 berdasarkan perhitungan menggunakan koefisien Benezra (1954) dengan rata-rata frekuensi respirasi 56 kali/menit, rata-rata suhu tubuh 39,4 °C pada

musim panas di Uruguay dengan rata-rata suhu lingkungan 24°C (maksimum 41°C) dan rata-rata kelembaban 67% (Taborda *et al.*, 2018).

Sementara itu, jenis sapi yang juga dipelihara dan dikembangkan di KPT Maju Sejahtera ialah sapi PO. Sapi ini merupakan sapi lokal meskipun bukan galur murni. Sapi PO telah menjadi idola peternak-peternak di Indonesia sejak adanya kebijakan Ongolisasi dari pemerintah kolonial Hindia Belanda pada masa kebijakan politik balas budi.

Sapi PO memiliki koefisien nilai daya tahan panas sebesar 2,2 dengan suhu lingkungan berkisar antara 19--21,9 °C pagi hari dan 33,2--33,8 °C siang hari dengan kelembaban udara harian 90% di pagi hari dan 83% di siang hari (Nawaan, 2006). Menurut Yulianto dan Saparinto (2010), sapi PO tahan terhadap iklim tropis dengan musim kemaraunya.

Jenis sapi lokal lainnya yaitu sapi Pasundan yang memiliki nilai daya tahan panas sebesar 2,15 dengan rata-rata frekuensi respirasi pagi hari 27,2 kali/menit dan siang hari 31 kali/menit, rata-rata suhu tubuh pagi hari 38,16 °C dan siang hari 38,58 °C dengan suhu lingkungan berkisar 25--30°C (Putra R.R.,2016). Semakin baik daya tahan panas, maka semakin baik pula daya adaptasi ternak tersebut (Arbi *et al*, 1977).

Daya tahan panas merupakan kemampuan ternak menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang panas. Ternak yang terkena cekaman panas akan memperlihatkan reaksi yang ditandai dengan peningkatan proses fisiologis tertentu seperti peningkatan frekuensi respirasi dan frekuensi denyut jantung untuk meningkatkan pembuangan panas.

Suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi akan berdampak pada meningkatnya denyut jantung dan suhu tubuh ternak secara drastis sebagai bentuk mekanisme tubuh ternak untuk melepaskan panas berlebih yang diterima dari luar

tubuh ternak. Selain itu, kelembaban yang tinggi akan mengakibatkan penguapan panas dari dalam tubuh ternak tertahan, sehingga peningkatan frekuensi respirasi akan terjadi guna meningkatkan pelepasan panas dari dalam tubuh ternak.

Hal di atas menjadi dasar perlunya dilakukan penelitian mengenai respons fisiologis dan daya tahan panas melalui pengukuran frekuensi denyut jantung, frekuensi respirasi, dan suhu tubuh ternak untuk mengetahui daya adaptasi sapi PO dan sapi BX dengan kondisi lingkungan di KPT Maju Sejahtera, Lampung Selatan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini ialah terdapat perbedaan kemampuan daya adaptasi berupa perbedaan respons fisiologis dan indeks daya tahan panas antara sapi Peranakan Ongole dengan sapi Brahman Cross yang dipelihara dengan kondisi lingkungan yang sama di KPT Maju Sejahtera, Lampung Selatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sapi Brahman Cross

Sapi Brahman berasal dari India dan termasuk dalam golongan sapi Zebu. Sapi ini mulai dibawa ke Amerika Serikat pada tahun 1854 dan dikembangkan di daerah-daerah Louisiana. Kemudian bukan saja berkembang pada daerah-daerah tertentu di Amerika Serikat, tetapi juga di daerah-daerah tropis maupun subtropis (Basya, 2009). Ciri-ciri sapi Brahman mempunyai punuk besar, tanduk, telinga besar dan gelambir yang memanjang berlipat-lipat dari kepala ke dada. Sapi Brahman selama berabad-abad menerima kondisi kekurangan pakan, serangan serangga, parasit, penyakit dan iklim yang ekstrim (Turner, 1981).

Bangsa sapi Brahman menurut Blakely and Bade (1992) mempunyai susunan klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Phylum : Chordata
Sub-phylum : Vertebrata
Class : Mamalia
Sub-Class : Eutheria
Ordo : Artiodactyla
Sub-ordo : Ruminantia
Infra-Ordo : Pecora
Family : Bovidae
Genus : Bos
Group : Taurinae
Species : Bos indicus

Karakteristik Sapi Brahman berukuran sedang dengan berat jantan dewasa antara 800--1100 kg, betina 500--700 kg. Berat pedet yang baru lahir antara 30--35 kg, dan dapat tumbuh cepat dengan berat sapih kompetitif dengan jenis sapi lainnya. Persentase karkas 48,6 s/d 54,2%, dan penambahan berat harian 0,83--1,5 kg (Turner, 1981).

Sapi Brahman mempunyai sifat pemalu dan cerdas serta dapat beradaptasi dengan lingkungannya yang bervariasi. Sapi ini suka menerima perlakuan halus dan dapat menjadi liar jika menerima perlakuan kasar. Sapi Brahman memiliki warna yang bervariasi, mulai dari abu-abu muda, merah sampai hitam. Kebanyakan berwarna abu-abu muda dan abu-abu tua. Sapi jantan warnanya lebih tua dari betina dan memiliki warna gelap di daerah leher, bahu, dan paha bawah. Sapi Brahman dapat beradaptasi dengan baik terhadap panas dan dapat bertahan pada suhu -13--40,5 °C, tanpa gangguan selera makan dan produksi susu (Gunawan *et al*, 2008).

Sapi Brahman Cross merupakan silangan sapi Brahman dengan sapi Eropa. Sapi Brahman di Australia secara komersial jarang dikembangkan secara murni dan banyak disilangkan dengan sapi Hereford-Shorthorn (Minish and Fox, 1979). Sapi ini mulai dikembangkan di Stasiun Csiro's Tropical Cattle Research Centre, Rockhampton, Australia, dengan materi dasar sapi Brahman, Hereford dan Shorthorn dengan proporsi darah berturut-turut 50% ; 25% dan 25%, sehingga secara fisik bentuk fenotip dan keistimewaan sapi Brahman Cross cenderung lebih mirip sapi Brahman Amerika karena proporsi genetiknya lebih dominan.

Di negeri asalnya, Australia, sapi Brahman Cross umumnya dilepas di padang rumput dan kawin secara alami dengan pejantan sebagai program *breeding*-nya. Dengan manajemen peternakan lepas (*grazing*) pada padang penggembalaan yang sangat luas, mempunyai kesempatan *exercise* tanpa batas, berada dalam kumpulan, melakukan perkawinan alami dengan pejantan, serta dengan ketersediaan pakan hijauan maupun pakan penguat yang mencukupi secara kuantitatif maupun kualitatif (Turner, 1981).

Sapi Brahman Cross mulai diimpor Indonesia (Sulawesi) dari Australia pada tahun 1973. Hasil pengamatan di Sulawesi Selatan menunjukkan persentase beranak 40,91%, calf crops 42,54%, mortalitas pedet 5,93, mortalitas induk 2,92%, bobot sapih (8--9 bulan) 141,5 kg (jantan) dan 138,3 kg (betina), pertambahan bobot badan sebelum disapih sebesar 0,38 kg/hari (Hardjosubroto, 1984).

Pada tahun 1975, sapi Brahman Cross didatangkan ke Pulau Sumba dengan tujuan utama untuk memperbaiki mutu genetik sapi Ongole di Pulau Sumba. Importasi Brahman Cross dari Australia untuk UPT perbibitan (BPTU Sembawa) dilakukan pada tahun 2000 dan 2001 dalam rangka revitalisasi UPT. Penyebaran di Indonesia dilakukan secara besar-besaran mulai tahun 2006 dalam rangka mendukung program percepatan pencapaian swasembada daging sapi 2010 (Sanjaya, 2012).

2.2 Sapi Peranakan Ongole

Sapi PO adalah sapi persilangan antara sapi Ongole (*Bos indicus*) dengan sapi lokal. Sapi ini tahan terhadap iklim tropis dengan musim kemaraunya (Yulianto dan Saparinto, 2010). Sapi PO merupakan sapi hasil program ongolisasi sapi-sapi di Pulau Jawa dengan sapi Ongole. Program tersebut menghasilkan sapi PO dengan postur tubuh maupun bobot badan lebih kecil dibandingkan dengan sapi Ongole dengan punuk dan gelambir kelihatan kecil atau tidak sama sekali (Siregar, 2008). Bobot badan sapi PO berkisar antara 252--340 kg dengan bobot lahir, bobot sapih, dan bobot umur satu tahun sapi PO betina masing-masing $22,32 \pm 1,59$ kg, $85,18 \pm 17,33$ kg, dan $111,05 \pm 20,36$ kg (Hamdani *et al.*, 2019).

Bangsa sapi PO ini tersebar luas dan bagian terbesar dari populasi terdapat di Pulau Jawa terutama di Jawa Timur. Sapi PO merupakan bukti keberhasilan pemuliaan sapi potong di Indonesia pada masa lalu. Menurut Yanhendri (2007), sapi PO lebih toleran pada lingkungan tropis di Indonesia dengan suhu udara yang

cenderung panas dan kelembaban yang tinggi serta pakan yang terbatas.

Sapi PO merupakan hasil pemuliaan melalui sistem persilangan dengan *grading up* antara sapi Jawa dan SO (Sumba-Ongole) sekitar tahun 1930. Sejak pembentukannya hingga menjadi suatu bangsa sapi yang mantap, sampai saat ini belum banyak usaha terarah yang dilakukan untuk meningkatkan potensi biologik dan genetiknya. Meskipun demikian seperti yang dapat diamati, sapi PO tetap berkembang secara alami sebagai bangsa sapi yang sudah mantap dengan baku karakteristik morfologi yang mudah dikenali. Sapi PO juga menunjukkan keunggulan sapi tropis yaitu daya adaptasi iklim tropis yang tinggi, tahan terhadap panas, tahan terhadap gangguan parasit seperti gigitan nyamuk dan caplak, disamping itu juga menunjukkan toleransi yang baik terhadap pakan yang mengandung serat kasar tinggi (Astuti, 2004).

Sapi PO di beberapa daerah dipelihara dengan tujuan ganda, yaitu sebagai sapi potong penghasil daging dan sebagai sapi pekerja, hanya di daerah lahan kering dimana tidak ada persawahan sapi ini dipelihara sebagai sapi potong penghasil daging. Keadaan ini juga memberikan kontribusi pengaruh terhadap potensi biologi baik produksi maupun reproduksinya (Astuti,2004).

2.3. Iklim

Tingkat produktivitas ternak secara umum ditentukan oleh faktor kemampuan genetik, faktor lingkungan, serta interaksi antar kedua faktor tersebut. Menurut Hardjosubroto (1994) bahwa secara matematis gabungan faktor genetik dan lingkungan yang mempengaruhi performans seekor ternak dapat ditentukan sebagai berikut : $P = G + E$, dimana $P = Performance$; $G = Genetic$; dan $E = Environment$. Menurut Komarudin Ma'sum *et al.* (1991), salah satu faktor lingkungan adalah iklim. Iklim meliputi suhu, kelembaban, curah hujan, dan musim (musim hujan dan kemarau) yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas.

Faktor lingkungan yang berpengaruh langsung pada kehidupan ternak adalah iklim. Iklim merupakan faktor yang menentukan ciri khas dari seekor ternak. Ternak yang hidup di daerah yang beriklim tropis berbeda dengan ternak yang hidup di daerah subtropis. Namun hal tersebut dapat diatasi misalnya di beberapa negara tropis, *Air Conditioner* (AC) digunakan dalam beternak untuk mengendalikan atau menyesuaikan suhu di lingkungan sekitar ternak yang berasal dari daerah subtropis, sehingga ternak tersebut dapat berproduksi dengan normal (Yousef, 1985).

Sifat-sifat iklim di daerah tropis seperti yang dialami di negara kita ini tergolong panas dan lembab. Hal ini ditandai dengan kelembaban udara rata-rata di atas 60%, curah hujan rata-rata di atas 1.800 mm/tahun, dan perbedaan antara suhu siang dan malam hari tidak begitu signifikan yaitu sekitar 2--5 °C (Sudarmono dan Bambang, 2008).

Iklim makro maupun iklim mikro pada suatu tempat dapat berpengaruh langsung terhadap penampilan produktivitas ternak. Pengaruh tidak langsung adalah ketersediaan hijauan pakan ternak yang cepat tua dan menyebabkan tingginya serat kasar, sedangkan pengaruh langsung misalnya terjadinya cekaman panas atau dingin, sehingga ternak menderita cekaman atau ternak merasa tidak nyaman yang berakibat terhadap penurunan konsumsi pakan, produksi (bobot badan) dan reproduksi ternak (Widada *et al.*, 2013).

Besarnya penambahan panas yang berasal dari radiasi matahari di daerah tropis dapat mencapai empat kali lebih besar dari produksi panas hasil metabolisme (Thwaites, 1985). Besarnya penambahan panas ini tergantung pada ukuran tubuh ternak. Makin kecil ukuran tubuh seekor ternak, akan mendapatkan penambahan panas yang lebih tinggi dari ternak yang lebih besar ukuran tubuhnya, seperti domba dengan sapi.

2.3.1 Suhu dan kelembaban

Suhu tinggi bisa menyebabkan menurunnya laju pertumbuhan dan kemampuan reproduksi. Pada umumnya sapi potong dapat tumbuh optimal di daerah dengan suhu ideal yaitu 17--27 °C. Tinggi rendahnya curah hujan di suatu lokasi berhubungan erat dengan kondisi suhu di daerah tersebut. Lokasi ideal untuk penggemukan sapi potong adalah lokasi yang bercurah hujan 800--1.500 mm/tahun. Tingkat kelembaban tinggi (basah) cenderung berhubungan dengan tingginya peluang bagi tumbuh dan berkembangnya parasit dan jamur. Sebaliknya, kelembaban rendah (kering) menyebabkan udara berdebu, yang merupakan pembawa penyakit menular, sekaligus menyebabkan gangguan pernafasan. Kelembaban ideal bagi sapi potong adalah 60--80 % (Abidin, 2002).

Sapi potong pada umumnya harus dipelihara pada kondisi lingkungan yang nyaman (*comfort zone*), dengan batas maksimum dan minimum suhu dan kelembaban lingkungan berada pada *thermoneutral zone* agar berproduksi dengan optimal. Di luar kondisi ini sapi potong akan mengalami stres. Sapi tergolong ternak berdarah panas (*homoioterm*) yang berusaha mempertahankan suhu tubuhnya antara 38--39°C (Purwanto, 2004). Prinsip keseimbangan panas yang dilakukan oleh ternak *homoioterm* adalah panas yang diterima sama dengan panas yang hilang (Swenson, 1970).

Stres panas terjadi bila suhu lingkungan berubah menjadi lebih tinggi. Pada kondisi ini, toleransi ternak terhadap lingkungan menjadi rendah atau menurun, sehingga ternak mengalami cekaman (Yousef, 1985). Stres panas akan berpengaruh terhadap pertumbuhan, reproduksi, dan laktasi sapi potong termasuk didalamnya pengaruh terhadap hormonal dan produksi (McDowell, 1972).

Secara tidak langsung, suhu yang tinggi berpengaruh besar terhadap konsumsi pakan yang masuk baik volume maupun porsi nilai gizi yang terkandung di dalamnya. Dalam menghadapi suhu tinggi semacam ini dan pada kondisi persediaan pakan hijauan menjadi kering, umumnya berat badan sapi menurun.

Akan tetapi, dalam hal ini sapi-sapi dari India (*Bos indicus*) relatif lebih bisa bertahan, karena adaptasi mereka cukup bagus bila dibandingkan dengan bangsa-bangsa sapi yang berasal dari daerah subtropis (Sudarmono dan Bambang, 2008).

Perolehan panas dari luar tubuh (*heat gain*) akan menambah beban panas bagi ternak, bila suhu udara lebih tinggi dari suhu nyaman. Sebaliknya, akan terjadi kehilangan panas tubuh (*heat loss*) apabila suhu udara lebih rendah dari suhu nyaman. Perolehan dan penambahan panas tubuh ternak dapat terjadi secara *sensible* melalui mekanisme radiasi, konduksi dan konveksi. Jalur utama pelepasan panas melalui mekanisme *evaporative heat loss* dengan jalan melakukan pertukaran panas melalui permukaan kulit (*sweating*) atau melalui pertukaran panas di sepanjang saluran pernapasan (*panting*) dan sebagian melalui feses dan urin (McDowell, 1972).

2.3.2 Temperature Humidity Index (THI)

Hubungan besaran suhu dan kelembaban udara dihitung menggunakan *Temperature Humidity Index* (THI), yaitu indeks untuk mengukur tingkat kenyamanan lingkungan ternak. Model matematika menurut Bulitta *et al.* (2015) sebagai berikut :

$$THI = 0,8T_{ab} + RH (T_{ab} - 14,4) + 46,4$$

Keterangan :

THI : *Temperature Humidity Index*

T_{ab} : Suhu Lingkungan

RH : Kelembaban Udara

Kategori THI berkaitan dengan tingkat stres pada ternak. Semakin tinggi nilai THI pada suatu lingkungan, semakin tinggi pula kemungkinan ternak tersebut mengalami stres. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 (Bulitta *et al.*, 2015).

Tabel 1. Kategori Temperature Humidity Index (THI)

Nilai THI	Kategori Stres Panas
≤ 74	Normal
75 – 78	stress ringan
79 – 83	stress sedang
≥ 84	stress berat

2.4 Fisiologis Ternak

2.4.1 Respirasi ternak

Respirasi merupakan mekanisme dari tubuh sapi untuk mengurangi atau melepaskan panas yang diterima dari luar tubuh, untuk membuang atau mengganti panas dengan udara di sekitarnya. Peningkatan respirasi pada siang dan sore hari merupakan bagian dari respons yang ditunjukkan oleh ternak untuk meningkatkan kehilangan panas pada situasi peningkatan beban panas. Kelembaban tinggi dapat berakibat langsung terhadap penurunan jumlah panas yang hilang akibat penguapan. Kelembaban tinggi juga menyebabkan penguapan tertahan, sehingga akan meningkatkan panas pada tubuh sapi dan terjadi peningkatan frekuensi respirasi (Alzahra, 2010).

Fungsi utama pada respirasi yaitu menyediakan oksigen bagi darah dan mengambil karbondioksida dari darah (Schmidt and Nielsen, 1997). Jackson dan Cockroft (2002) menyatakan bahwa frekuensi respirasi normal pada sapi dewasa adalah 15--35 kali per menit dan 20--40 kali pada pedet. Menurut Aritonang *et al.* (2017), respirasi normal pada sapi dewasa berada pada kisaran 18--34 kali per menit. Perubahan frekuensi respirasi pada sapi dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan kelembaban (Alzahra 2010). Menurut Septyana *et al.* (2016) semakin bertambahnya umur sapi akan diikuti oleh penurunan frekuensi respirasi karena kemampuan respons tubuh dalam menghadapi tekanan panas akan meningkat.

Menurut Ma'sum dan Mariyono (1992), salah satu cara untuk mempertahankan panas tubuh pada saat suhu udara dalam kandang yang tinggi adalah dengan cara meningkatkan frekuensi respirasi. Hal ini terjadi karena umumnya ternak tidak mempunyai cukup kelenjar keringat untuk membuang panas melalui penguapan. Frekuensi respirasi merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam perhitungan nilai daya tahan panas (Soeharsono, 2008).

2.4.2 Denyut jantung ternak

Denyut jantung merupakan mekanisme dari tubuh sapi untuk mengurangi atau melepaskan panas yang diterima dari luar tubuh ternak. Perbedaan denyut jantung adalah akibat aktivitas fisik dan cekaman panas, di mana semakin tinggi suhu lingkungan maka semakin meningkat frekuensi denyut jantung (Kibler, 1957). Menurut Kubkomawa *et al.* (2015) denyut jantung sapi pada kondisi normal di daerah tropis berkisar 40--70 kali per menit. Sedangkan menurut Frandson (1976), secara normal denyut jantung ternak sapi berkisar antara 60 ± 70 kali per menit. Septyana *et al.* (2016) menyatakan semakin bertambahnya umur sapi maka semakin meningkat pula kemampuan fisiologis dalam mekanisme termoregulasi.

2.4.3 Suhu tubuh ternak

Suhu tubuh merupakan hasil keseimbangan antara produksi panas dan pelepasan panas tubuh. Indeks suhu dalam tubuh hewan dapat dilakukan dengan memasukkan termometer rektal ke dalam rektum. Faktor-faktor yang memengaruhi suhu tubuh antara lain bangsa ternak, aktivitas ternak, kondisi kesehatan ternak, dan kondisi lingkungan ternak (Frandson, 1996). Menurut Brody (1945) yang dijelaskan oleh Huitema (1986), suhu tubuh sapi normal berdasarkan suhu rektal adalah $37,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 39,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Perbedaan suhu rektal terjadi disebabkan adanya perbedaan kapasitas kehilangan air tubuh akibat penguapan (Mount, 1964).

Suhu rektal merupakan cerminan suhu tubuh bagian dalam (*core body temperature*). Selain suhu rektal, suhu tubuh ternak dapat juga dilihat dengan mengukur suhu organ-organ lainnya, namun diantara organ-organ lainnya, rektum merupakan organ paling stabil dalam mencerminkan *core body temperature*. Kisaran suhu tubuh normal pada sapi adalah 37 °C sampai 39 °C dengan suhu kritis 40 °C (Santosa, 2004).

Suhu tubuh adalah hasil dari dua proses yaitu panas yang diterima dan panas yang dilepaskan. Suhu tubuh bagian dalam lebih tinggi dibanding dengan bagian luar. Panas terutama dihasilkan oleh tubuh sebagai hasil aktivitas metabolisme dan dilepaskan secara konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi melalui kulit dan saluran pernafasan (Ewing *et al.*, 1999). Suhu tubuh ternak homoioterm bervariasi dan dipengaruhi umur, jenis kelamin, musim, siang atau malam, lingkungan, pencernaan, makan, dan minum (Swernson, 1970).

Pengukuran suhu rektal dapat dilakukan dengan cara memasukkan termometer ke dalam rektal. Cara tersebut cukup efektif karena mudah dilakukan dan juga suhu rektal relatif konstan dan memegang peranan penting dalam menentukan suhu tubuh ternak terutama bila temperatur lingkungan berubah-ubah (Ewing *et al.*, 1999). Sihombing (1999) menyatakan bahwa suhu lingkungan diatas 41,7 °C akan berakibat fatal, karena ternak akan mengalami *panting* (terengah-engah) dengan lidah terjulur sehingga ternak tidak mau makan dan dalam waktu yang lama akan dapat mengakibatkan kematian.

Suhu tubuh sapi yang diukur dari pengukuran suhu rektal dan suhu permukaan kulit meningkat secara linear dengan meningkatnya suhu lingkungan mulai 27 °C sampai 40 °C. Setelah suhu 40 °C, maka suhu tubuh ternak akan meningkat secara mendadak (Johnson *et al.*, 1958 ; Ingram dan White, 1962).

2.4.4 Indeks Daya Tahan Panas (*Heat Tolerance Coefficient*)

Suhu tubuh dan frekuensi pernafasan merupakan parameter dasar yang dipakai dalam menduga daya adaptasi ternak. Kenaikan frekuensi pernafasan dan suhu tubuh sebanding dengan kenaikan daya tahan panas (DTP). Daya tahan panas adalah ketahanan ternak terhadap panas pada lingkungan sekitar. Ternak yang terkena cekaman panas akan merefleksikan respons fisiologis berupa perubahan suhu tubuh dan frekuensi pernafasan (Montsma, 1984).

Ternak dapat dikatakan memiliki tingkat ketahanan terhadap panas yang baik jika nilai $DTP = 2$ dan semakin tinggi nilai tersebut maka semakin rendah tingkat ketahanannya. Hal ini dikarenakan semakin besar frekuensi pernafasan dan suhu tubuh, maka nilai DTP semakin tinggi (Mader *et al.*, 2006).

Penghitungan DTP dihitung menggunakan koefisien Benezra dengan parameter frekuensi respirasi dan suhu tubuh yang telah dimodifikasi oleh Soeharsono (2008). Indeks Benezra adalah indeks daya tahan panas dan dihitung dengan rumus (Benezra, 1954) :

$$DTP = \frac{RT_1}{RT_0} + \frac{RR_1}{RR_0}$$

Keterangan :

DTP : Daya Tahan Panas

RT_1 : Suhu rektal ternak siang hari ($^{\circ}C$)

RT_0 : Suhu rektal ternak pagi hari ($^{\circ}C$)

RR_1 : Frekuensi respirasi ternak siang hari (min^{-1})

RR_0 : Frekuensi respirasi ternak pagi hari (min^{-1})

2.4.5 Reproduksi ternak

Keberhasilan efisiensi reproduksi dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu nutrisi, manajemen pemeliharaan dan kesehatan (Setiadi, 2005), keadaan lingkungan, dan genetika (Dobson *et al.*, 2007). Faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban udara, dan manajemen pemeliharaan sapi berpengaruh nyata terhadap efisiensi reproduksi karena suhu dan kelembaban udara ikut berkontribusi besar terhadap tingkat stres panas pada sapi (Bouraoui *et al.*, 2002 ; De Rensis & Scaramuzzi, 2003 ; West, 2003).

De Rensis *et al.* (2015) menyatakan bahwa daerah yang memiliki iklim tropis, saat musim panas cenderung memiliki suhu di atas 25 °C sehingga dapat mengganggu sistem fisiologis tubuh dan kinerja reproduksi sapi. Tingkat stres akibat panas (*heat stress*) akan berpengaruh terhadap produksi susu dan kesuburan (West, 2003).

Stres panas akan memengaruhi kinerja fisiologis tubuh dan reproduksi sapi (Menegassi *et al.*, 2014 ; Kargar *et al.*, 2015). Efek negatif stres panas pada sapi akan mengurangi konsumsi pakan (West *et al.*, 2003), menurunkan kesuburan *post-partum* pada sapi yang sedang menyusui (Sakatani *et al.*, 2012 ; Wilson *et al.*, 1998). Lebih lanjut efek negatif stres panas akan menyebabkan terjadinya perubahan pH darah karena pergeseran dari konduktif ke konvektif dan terjadi proses pendinginan untuk menguapkan panas yang diterima dari luar (De Rensis *et al.*, 2015). Efek metabolisme untuk menguapkan pemanasan yang meningkat, akan menyebabkan sapi terengah-engah sehingga akan mengubah secara kritis keseimbangan karbonat menjadi bikarbonat yang diperlukan untuk pemeliharaan pH darah. Efek terengah-engah tersebut disebabkan oleh hilangnya bikarbonat dalam air liur dengan pengurangan pH saliva yang akan mengubah efek fermentasi pada rumen sehingga terjadi perubahan keseimbangan kadar asam yang akan berefek negatif terhadap fertilitas yang memengaruhi kinerja reproduksi (Samal, 2013).

Akibat lebih lanjut dari stres panas, menyebabkan konsumsi pakan berkurang yang akan memengaruhi konsentrasi hormon dalam darah sebagai metabolisme utama dan faktor pertumbuhan yang diperlukan untuk pertumbuhan folikel yang normal (Igono *et al.*, 1990). Konsentrasi hormon *insulin growth factor-I* (IGF-I) dan glukosa rendah selama periode *post-partum* (De Rensis *et al.*, 2002). Seperti diketahui, hormon insulin diperlukan untuk perkembangan normal folikel dan kualitas oosit (O'Callaghan dan Boland, 1999). Mekanisme kerja IGF-I bekerjasama dengan glukosa diperlukan untuk menstimulasi pertumbuhan folikel dan implantasi, di samping glukosa sebagai bahan bakar metabolik utama untuk ovarium (Rabiee *et al.*, 1997). Glukosa juga terlibat langsung dalam modulasi sekresi LH pada tingkat hipotalamus (Bucholtz *et al.*, 1996 ; Jolly *et al.*, 1995). Kemudian Celi dan Gabai (2015) menyatakan efek lebih lanjut stres panas dapat mengubah metabolisme dan berkembangnya *Reactive Oxygene Species* (ROS) akan berefek terhadap kesuburan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan September sampai Oktober 2021 di Koperasi Produksi Ternak Maju Sejahtera, Desa Wawasan, Kecamatan Tanjung Sari, Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian diantaranya termometer bola basah kering, termometer klinis, stetoskop, *counter*, *stopwatch*, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 66 ekor sapi betina indukan yang lahir di lokasi penelitian berumur 2--3 tahun yang terdiri dari 34 ekor sapi PO bobot 250--300 kg dan 32 ekor sapi BX dengan rentang bobot 350--400 kg.

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis data yaitu :

- a. Data primer, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya. Data primer meliputi respons fisiologis dan indeks daya tahan panas ternak sapi PO dan sapi BX serta data iklim mikro di lokasi penelitian.
- b. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari bahan-bahan publikasi (kajian pustaka).

Penelitian ini menggunakan perlakuan bangsa, yang terdiri dari 34 ekor bangsa sapi PO dan 32 ekor bangsa sapi BX . Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu sampel ditentukan berdasarkan kelamin (betina indukan), bobot tubuh (PO : 250--300 kg ; BX 350--400 kg) dan umur (2--3 tahun). Setelah dipilih berdasarkan kriteria tersebut, didapatkan 32 ekor sapi BX dan 34 ekor sapi PO dan dilakukan pengukuran respons fisiologis pada keseluruhan sampel yang telah dipilih.

3.4 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini ialah respons fisiologis ternak meliputi suhu rektal sapi ($^{\circ}\text{C}$), frekuensi pernafasan (kali/menit), frekuensi denyut jantung (kali/menit), dan indeks daya tahan panas, serta iklim mikro kandang yang meliputi suhu udara, kelembaban relatif (RH), dan *Temperature Humidity Index* (THI).

3.5 Prosedur Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan pengukuran iklim mikroklimat dan pengukuran respons fisiologis ternak. Pengambilan data mikroklimat dilakukan setiap dua jam sekali setiap hari selama dua minggu pada pukul 06.00 sampai pukul 18.00 WIB dengan cara meletakkan termometer bola basah kering di area kandang, data lingkungan mikroklimat yang diperoleh digunakan untuk menghitung THI. Penghitungan THI menggunakan rumus Bulitta *et al.* (2015), sebagai berikut :

$$\text{THI} = 0,8T_{\text{ab}} + \text{RH} (T_{\text{ab}} - 14,4) + 46,4$$

Keterangan :

THI : Temperature Humidity Index

T_{ab} : Suhu Lingkungan

RH : Kelembaban Udara

Pengukuran respons fisiologis meliputi frekuensi respirasi, frekuensi denyut jantung, dan suhu rektal dilakukan satu hari pada pagi pukul 06.00--07.00 dan siang pukul 12.00--13.00 WIB dalam selang waktu 2 minggu tahap pengambilan data. Frekuensi respirasi diukur dengan mendekatkan punggung tangan dibantu dengan cermin pada hidung sapi hingga terasa hembusan nafasnya selama satu menit. Frekuensi denyut jantung diukur dengan menempelkan stetoskop di bagian dada sebelah kiri dihitung selama satu menit. Suhu rektal diukur dengan cara memasukkan termometer klinis digital ke dalam rektum sapi sampai ujungnya menyentuh mukosa rektum didiamkan hingga terdengar bunyi alarm dari termometer (Qisthon, 2018). Setiap pengukuran data fisiologis akan diulang tiga kali pada setiap sampel ternak yang kemudian diambil nilai rataannya. Setelah data fisiologis ternak didapatkan, kemudian dilakukan penghitungan nilai daya tahan panas (DTP) dengan menggunakan rumus Benezra, yaitu :

$$DTP = \frac{RT_1}{RT_0} + \frac{RR_1}{RR_0}$$

Keterangan :

DTP : Daya Tahan Panas

RT_1 : Suhu tubuh ternak siang hari ($^{\circ}C$)

RT_0 : Suhu tubuh ternak pagi hari ($^{\circ}C$)

RR_1 : Frekuensi respirasi ternak siang hari (min^{-1})

RR_0 : Frekuensi respirasi ternak pagi hari (min^{-1})

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji banding (Uji-T) tidak berpasangan dengan kedua jenis bangsa ternak dianggap sebagai perlakuan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. kondisi fisiologis berupa frekuensi respirasi, denyut jantung, dan suhu rektal pada sapi PO lebih baik daripada sapi BX pada kondisi lingkungan yang sama yaitu di KPT Maju Sejahtera, Tanjung Sari, Lampung Selatan.
2. daya tahan panas sapi PO (2, 36) lebih baik daripada sapi BX (2,67).

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat produktivitas sapi PO dan sapi BX di KPT Maju Sejahtera, Kecamatan Tanjung Sari, Lampung Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 2002. Penggemukan Sapi Potong. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Alzahra, W. 2010. Pengaruh lingkungan mikroklimat terhadap respons fisiologis sapi bali pada bahan atap kandang yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5 (1) :23-28.
- Arbi, N., R. Meilus, A. Bustamam, S. Amrl, dan A. Surya. 1977. Produksi Ternak Sapi Potong. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Aritonang, S.B., R. Yuniarti, Abinawanto, I. Imron, dan A. Bowolaksono. 2017. Physiology response of indigenous cattle creeds to the environment in west sumbawa indonesia. *American Inst of Physics*, 1862 : 1-4.
- Astuti, M. 2004. Potensi dan keragaman sumber daya genetik sapi peranakan ongole. *Wartazoa*, 14 (3) : 98-106.
- Atrian P. dan A. Shahryar. 2012. Heat stress in dairy cows. *Research in Zoology* 2, (4) : 31-37.
- Bambang, S.Y. 2005. Sapi Potong. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Lampung Selatan. 2019. Kondisi Geografis Wilayah Lampung. Badan Pusat Statistik. Lampung. <https://lampungselatankab.bps.go.id/statictable.html>. Diakses 12 Oktober 2021.
- Basya, S. 2009. Penggemukan Sapi. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Bernabucci U., S. Biffani, L. Buggiotti, A. Vitali, N. Lacetera, dan A. Nardone. 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97 : 471-486.
- Blakely, J. dan D. H. Bade. 1992. Pengantar Ilmu Peternakan. Penerjemah : B. Srigandono. Gadjah Mada University. Yogyakarta.

- Bouraoui, R.M., A. Lahmar, M. Majdoub, Djemali, dan R. Belyea, 2002. The relationship of temperature humidity index with milk production of dairy cows in a mediterranean climate. *Journal of Animal Research*, 51 : 479-491.
- Brody, S. 1945. Homeostatis And Organismic Theory In : Bioenergetics and Growth. Reinhold Publishing Corp. New York.
- Bucholtz, D.C., N.M. Vidwans, C.G. Herbosa, K.K. Schillo, dan D.L. Foster. 1996. Metabolic interfaces between growth and reproduction. V. Pulsatile luteinizing hormone secretion is dependent on glucose availability. *Endocrinology*, 37 : 601-607.
- Bulitta, F.S., S. Aradom, dan G. Gebresenbet. 2015. Effect of transport time of up to 12 hours on welfare of cows and bulls. *Journal of Science and Management*, 8 : 161-182.
- Celi, P. dan G. Gabai. 2015. Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Vet. Sci.*, 2 : 48-55.
- De Rensis, F., I. I. Garcia, dan G. F. Lopez. 2015. Seasonal heat stress: clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, 84 : 659-666.
- De Rensis, F., Gatius F. Lòpez, T. Capelli, E. Molina, M. Techakumphu, dan R. J. Scaramuzzi. 2008. Effect of season on luteal activity during the postpartum period of dairy cows in temperate areas. *Journal of Animal Science*, 2 : 554-559.
- De Rensis, F. dan R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow a review. *Theriogenology*, 60 : 1139-1151.
- Diatmojo. 2012. Pengantar Ekonomi Pertanian. Bumi Aksara. Jakarta.
- Dobson, H., R.F. Smith, M.D. Royal, C.H. Knight, dan I.M. Sheldon. 2007. The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Journal of Reproduction in Domestic Animals*, 42 : 17-23.
- Gunawan, A., G.T. Pribudhi, D. Nista, A. Purwadi, K. Karim, A. Karnaen, W. Ediyati, P. Djajadiredja, dan P.P. Putro. 2008. Petunjuk Pemeliharaan Sapi Brahman Cross. BPTU Sapi Dwiguna dan Ayam Sembawa. Direktorat Jenderal Peternakan. Departemen Pertanian.

- Hamdani, M.D.I., A. Husni, Sulastris, dan E. Y. M. Putri. 2019. Profil peternakan dan performa kuantitatif sapi peranakan ongole betina di sentra peternakan rakyat kabupaten lampung selatan dan lampung timur. *Journal of Extension and Development*, 1(2) : 115-121.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliaan Ternak di Lapangan. Gramedia. Jakarta.
- Huitema. 1986. Peternakan di Daerah Tropis Arti Ekonomi dan Kemampuannya : Penelitian di Beberapa Daerah di Indonesia. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Igono, M.O. dan H.D. Johnson. 1990. Physiological stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature. *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 21(4) : 303-320.
- Ingram, D.L. dan G.C. White. 1962. The effects of variations in respiratory and in the skin temperature of the ears on the temperature of the blood in the external jugular vein of the ox (*Bos taurus*). *J. Physiol. (lond.)*, 163 : 211-221.
- Jackson, P.G. dan P.D. Cockroft. 2002. Clinical Examination of Farm Animals. University of Cambridge. UK.
- Johnson, H.D., C.S. Cheng, dan A.C. Ragsdale. 1958. Comparison of effect of environmental temperature on rabbits and cattle. Part 2. Influence of rising environmental temperature on the physiological reaction of rabbits and cattle. *Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bul*, 1 : 916.
- Kargar S, G.R. Ghorbani, V. Fievez, dan D.J. Schingoethe. 2015. Performance, bioenergetic status, and indicators of oxidative stress of environmentally heat-loaded Holstein cows in response to diets inducing milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, 98 : 1-13.
- Kelly, W.R., 1984. Veterinary Clinical Diagnosis. Bailliere Tindall. London.
- Kibler, H. H. 1957. Energy metabolism and cardiorespiratory activities in shorthorn, santa gertrudis, and brahman heifers during growth at 500° and 800° F temperatures. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul*, 643 : 4-32.
- Kubkomawa, I.H., O.O. Emenalom, dan I.C. Okoli. 2015. Body condition score, rectal temperature, respiratory, pulse and heart rates of tropical indigenous zebu cattle. *IJAIR*, 4(3) : 448-454.

- Lakitan, B. 1994. Dasar-dasar Klimatologi. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Mader, T.L., M.S. Davis, dan B. Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3) : 712-719.
- Mariyono, Ma'sum, Umiyasih, dan Yusran. 1993. Eksistensi sapi perah induk berkemampuan produksi tinggi dalam usaha peternakan rakyat. *Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak Grati*, 3 : 2-9.
- Mc Dowell, R.E. 1972. Improvement of Livestock Production in Warm Climates. W.H. Freeman and Company. San Fransisco.
- Menegassi S.R.O., J. Barcellos, E. Dias, C. Koetz Jr, G.R. Pereira, V. Peripolli, C. McManus, M.E.A. Canozzi, dan F.G. Lopes. 2014. Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Bradford bulls. *Int. Jour. Biometeorol*, 59 : 357-364.
- Minish, G.L. dan D.G. Fox. 1979. Beef Production and Management. Reston Publishing Co. Inc. A Pretince Hall Co., Reston. Virginia. US.
- Mount, L.E. 1964. The issue and air components of thermal insulation in the new born pig. *J.Physiol.(Lond.)*, 170 : 286-295.
- Montsma, G. 1984. Tropical animation production (climate and housing). Department of Tropical Animal. Wageningen. Netherlands.
- Murfiani, F. 2017. Upaya Kementerian Pertanian Dongkrak Populasi Sapi agar Peternak Sejahtera. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian Jakarta.
- Nuriyasa, I.M., G.A.M.K. Dewi, dan W.S. Yusparidi. 2016. Microclimate and body dimension of the bali cattle that reare feed lot at difference altitude. *IJAIR*, 5(4) : 2319-1473.
- O'Calla ghan, D.O. dan M.P. Boland. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. *Journal of Animal Science*, 68 : 299-314.
- Purwanto, P. dan Bagus. 2004. Biometeorologi Ternak 1. <http://www.gfmipb.net/kuliah/biomet/BiometeorologiTernak>. Diakses pada 25 Oktober 2021.

- Putra R. R., Sri Bandiati, dan A. A. Yulianti. 2016. Identifikasi daya tahan panas sapi Pasundan di BPPT Cijeungjing Kecamatan Cijeungjing Kabupaten Ciamis. *Students E-Journal*, 5(4) : 1-8.
- Qisthon, A., W. Busono, P. Surjowardojo, dan S. Suyadi. 2018. Pengaruh penyiraman air dan penganginan tubuh pada musim hujan terhadap respons fisiologis dan produksi susu sapi perah PFH di dataran rendah. Seminar Persepsi III: Strategi dan Kebijakan Pengembangan Bisnis Peternakan dalam Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Rabiee A.R., I.J. Lean, J.M. Gooden, B.G. Miller, dan R.J. Scaramuzzi. 1997. An evaluation of transovarian uptake of metabolites using arterio-venous difference methods in dairy cattle. *Journal of Animal Reproduction Science*, 48 : 9-25.
- Randel R.D., A. C. Hammond, C. C. Chase Jr., E. J. Bowers, dan T. A. Olson. 1998. Heat tolerance in Tuli, Senepol, and Brahman-sired F1 Angus Heifers in Florida. *Journal of Animal Science* 1998, 76 : 1568-1577.
- Sakatani, M., A.Z. Balboula, K. Yamanaka, dan M. Takahashi. 2012. Effect of summer heat environment on body temperature, estrous cycles and blood antioxidant levels in Japanese Black Cow. *Journal of Animal Science*, 83 : 394-402.
- Samal L. 2013. Heat stress in dairy cows: reproductive problems and control measures. *International Journal of Livestock Research*, 3:14–23.
- Schmidt, K. N. 1997. *Animal Physiology : Adaptation and Environment*. Ed Ke-5. Cambridge University Press. Cambridge
- Septyana, Y, S.I.A. Rais, M.Y. Fajar, dan I. Isroli. 2016. Korelasi umur terhadap respons fisiologis pedet sapi perah. Seminar Nasional Program Studi Peternakan UNS. Semarang.
- Setiadi, M.A. 2005. The role of reproductive health management on dairy and beef cattle farming system. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 88 : 7-12.
- Sihombing, A. 1999. *Lingkungan Ternak*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Siregar, S. B. 2008. *Penggemukan Sapi*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Soeharsono. 2008. Bionomika Ternak. Widya Padjajaran. Bandung.
- Sudarmono, A.S., dan Y.B. Sugeng. 2008. Sapi Potong. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sudjana. 2002. Metode Statistika. Tarsito. Bandung.
- Sugeng, B. 2002. Sapi Potong. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Swenson, M.J. 1970. Dukes Physiologis of Domestic Animals. Vail Ballou Press. United States. Amerika.
- Taborda P.A.B., T.S. Celmira, dan C.E. Ana. 2018. Physiological responses and animal behavior in bonsmara-hereford crosses vs hereford purebred environment stress. *International Journal of Biometeorology*, 59 : 357-364. Paysandu. Uruguay.
- Turner, H.N. 1981. Animal genetic resources. *Int. Goat and Sheep Res.*, 1(4) : 243-247
- Vitali, A., M. Segnalini, L. Bertocchi, U. Bernabucci, A. Nardone, N. Lacetera. 2009. Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(8) : 3781-3790.
- West, J.W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86 : 2131–2144.
- Wijono, W.D., Mariyono, dan E. Romjali. 2006. Pengaruh musim terhadap pertumbuhan sapi potong peranakan ongole muda di lokasi penelitian sapi potong. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pasuruan.
- Wilson, M.E., N.J. Biensen, dan S.P. Ford. 1998. Novelinsight in to the control of litter size inthe pig using placental efficiency as aselection tool. *Jour. Anim. Sci.*, 77 : 1654-1658.
- Yanhendri. 2007. Penampilan Reproduksi Sapi Persilangan F1 dan F2 Simmetal serta Hubungannya dengan Kadar Hormon Estrogen dan Progesteron pada Dataran Tinggi Sumatera Barat. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Yousef, M. K. 1985. Thermoneutral Zone In : Stress Physiology of Livestock. Volume II, Basic Principle. CRC Press Inc. Florida.

Yulianto P., dan C. Saparinto. 2010. Pembesaran Sapi Potong secara Intensif. Penebar Swadaya. Jakarta.