

BAB II

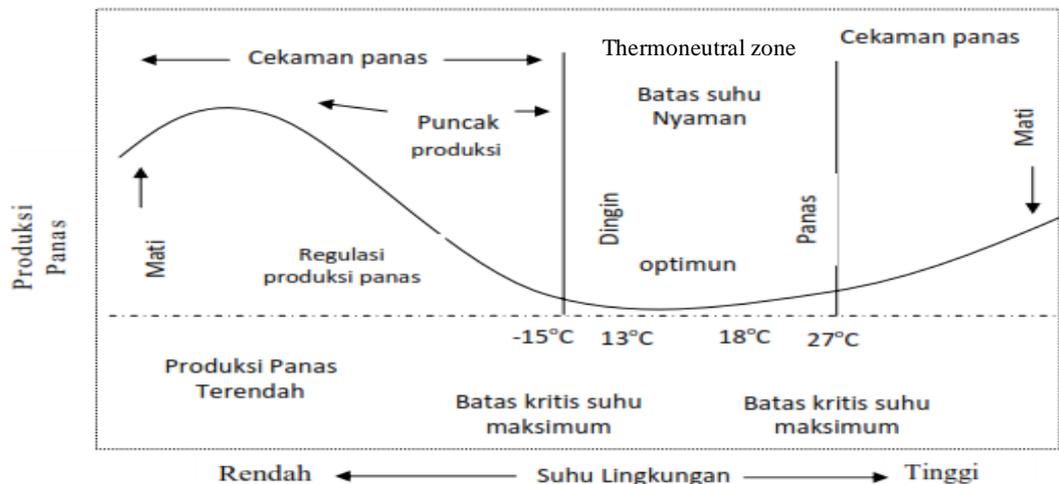
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Termoregulasi Sapi Perah

Termoregulasi adalah pengaturan suhu tubuh yang bergantung kepada produksi panas melalui metabolisme dan pelepasan panas tersebut ke lingkungan, atau suatu proses yang terjadi pada hewan untuk mengatur suhu tubuhnya supaya tetap konstan, paling tidak, suhu tubuhnya tidak mengalami perubahan yang terlalu besar (Isnaeni 2006). Panas adalah sebuah bentuk energi yang ditransmisikan dari suatu tubuh ke yang lainnya karena adanya perbedaan suhu. Suhu mengacu pada kemampuan tubuh untuk menyerap panas. Energi didefinisikan sebagai kapasitas untuk melakukan kerja. Energi yang dibutuhkan untuk mendukung fungsi normal tubuh ternak seperti respirasi, pencernaan dan metabolisme untuk pertumbuhan dan produksi susu. Pada hewan yang lebih aktif, lebih banyak energi yang dikeluarkan untuk mendukung aktivitasnya dan faktor ekstrinsik yang paling besar mempengaruhi metabolisme adalah temperatur (Tyler dan Ensminger, 2006).

Perolehan panas (*heat gain*) dari luar tubuh akan menambah beban panas bagi ternak, bila suhu udara lebih tinggi dari suhu nyaman. Sebaliknya, akan terjadi *heat loss* (kehilangan panas tubuh) apabila suhu udara lebih rendah dari suhu nyaman. Perolehan dan penambahan panas tubuh ternak dapat terjadi secara sensible melalui mekanisme radiasi (matahari), konduksi (bagian kandang) dan konveksi (udara dalam kandang). Pada saat suhu udara lebih tinggi dari suhu

nyaman ternak, jalur utama pelepasan panas hewan terjadi melalui mekanisme *evaporative heat loss* dengan jalan melakukan pertukaran panas melalui permukaan kulit (*sweating*) Brown-Brandl *et al.* (2006).



Ilustrasi 1. Diagram *Thermoneutral Zone* dan *Comfort Zone* pada Ternak (Amir, 2010)

Thermoneutral zone didefinisikan sebagai zona dimana seekor ternak memproduksi panas yang paling minimal dilihat dari suhu tubuhnya (Ilustrasi 1). Sapi terkena dampak yang buruk setiap kenaikan suhu lingkungan yang melebihi zona *thermoneutral* yang dimilikinya, yakni berkisar antara 15-25°C (Atrian *et al.*, 2012). Pada sapi perah FH, penampilan produksi terbaik akan dicapai pada suhu lingkungan 18,3°C dengan kelembaban 55%. Secara fisiologis ternak atau sapi FH yang mengalami cekaman panas akan berakibat pada : 1) penurunan nafsu makan; 2) peningkatan konsumsi minum; 3) penurunan metabolisme dan peningkatan katabolisme; 4) peningkatan pelepasan panas melalui penguapan; 5) penurunan konsentrasi hormon dalam darah; 6) peningkatan temperatur tubuh, respirasi dan

denyut jantung; dan 7) perubahan tingkah laku dan 8) meningkatnya intensitas berteduh sapi (Amir, 2010).

2.2. Produksi Susu Sapi

Sapi perah pada iklim tropis dihadapkan pada suhu lingkungan, kelembaban relatif, dan radiasi matahari secara berkelanjutan. Hal ini menyebabkan ternak berkompromi untuk menghindari cekaman panas sehingga sapi berkembang dan beradaptasi dengan berbagai macam kemampuan fisiologis untuk mengatasi cekaman panas (Bouraoui *et al.*, 2002). Kemampuan sapi perah menghasilkan susu merupakan sifat yang menurun dan berbeda pada setiap bangsa. Selain itu, setiap bangsa memiliki karakteristik berbeda dalam jumlah produksi dan komposisi susu yang dihasilkan terutama kadar lemak (Blakely dan Bade, 1998). Produksi susu rata-rata per ekor ternak sapi perah berada pada kisaran 9-12 liter per hari (Asmaki *et al.*, 2008). Banyak faktor yang mempengaruhi produksi susu sapi. Faktor tersebut diantaranya adalah genetik, pakan, dan tatalaksana pemeliharaan. Ketiga faktor tersebut saling terkait, misalnya sapi yang secara genetik berasal dari induk yang baik, belum tentu dapat mengekspresikan produksinya tanpa didukung oleh dua faktor lainnya (Asmaki *et al.*, 2008). Respon perubahan hormon yang terjadi karena tanggapan cekaman panas memainkan peran dalam produksi susu sehubungan dengan meningkatnya nilai THI. Nilai THI yang meningkat dari 68 menuju ke 78 akan mengakibatkan konsentrasi tiroksin menurun sedangkan konsentrasi kortisol meningkat (Roman-Ponce *et al.*, 1981). Kelenjar thyroid merupakan salah satu yang terpenting dalam mengatur proses metabolisme dan sekresi susu. Tiroksin bersama dengan

hormon lain meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kelenjar susu dan mempertahankan masa laktasi. Penyuntikan hormon tiroksin dapat meningkatkan produksi susu pada sapi perah. Hormon tiroksin berpengaruh terhadap metabolisme kelenjar susu, aliran darah, pembagian nutrisi, dan kecepatan sekresi kelenjar susu (Gueorguiev, 1999). Sapi yang sedang dalam masa laktasi menghasilkan panas metabolik yang besar dan ditambah dari akumulasi radiasi lingkungan menyebabkan beban panas pada ternak meningkat sehingga mengakibatkan meningkatnya suhu tubuh untuk menanggapi cekaman panas, asupan energi menurun, akhirnya produktifitas menurun (West, 2003)

2.3. Faktor Lingkungan dan Produksi Susu Sapi Perah

Faktor lingkungan merupakan faktor pendukung agar ternak mampu memproduksi sesuai dengan kemampuannya. Faktor lingkungan antara lain pakan, pengelolaan dan perkandangan, pemberantasan dan pencegahan penyakit, serta faktor iklim baik iklim mikro (dalam kandang) maupun makro (Purwanto, 1999). Pemberian naungan seperti kandang, dapat mengurangi cekaman panas tubuh sapi FH terutama pada siang hari. Pemilihan bahan atap kandangsapi FH yang dipilih adalah bahan-bahan yang mampu memantulkan dan menyerap radiasi sehingga dapat mengurangi penghantaran panas ke dalam kandang (Yani dan Purwanto, 2006). Selain memilih bahan atap yang berkonduktivitas rendah, usaha lain yang ditempuh untuk modifikasi lingkungan mikro di dalam kandang adalah dengan memperbesar ukuran kandang. Salah satunya adalah dengan meninggikan atap kandang, sehingga volume udara dan aliran udara yang masuk ke dalam kandang

menjadi lebih besar dan pergantian udara lebih cepat sehingga suhu dalam kandang menurun (Carpenter, 1981).

2.3.1. Suhu lingkungan

Suhu udara merupakan sebuah ukuran dari intensitas panas dalam artian sebuah unit standar dan biasanya ditunjukkan dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$). (Purwanto, 1999). Suhu yang sesuai untuk sapi perah berkisar antara $15\text{-}22^{\circ}\text{C}$ (Nurdin, 2011). Kombinasi suhu dan kelembaban udara merupakan faktor-faktor penentu dalam menentukan suhu kritis pada sapi perah. Suhu lingkungan ideal bagi sapi perah FH di daerah subtropis berkisar antara $4,4\text{-}21,1^{\circ}\text{C}$, dan suhu kritis 27°C . Ternak pada daerah tropis memperlihatkan produksi tidak berbeda dengan di daerah subtropis, apabila suhu lingkungan sekitar $18,3^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara sekitar 55%, penampilan produksi masih cukup baik bila suhu lingkungan meningkat sampai $21,1^{\circ}\text{C}$, dan suhu kritis sekitar 27°C memperlihatkan penampilan produksi semakin menurun (Suherman *et al.*, 2013)

2.3.2. Kelembaban udara

Kelembaban merupakan konsentrasi uap air di udara, sapi PFH menunjukkan penampilan produksi terbaik apabila ditempatkan pada suhu lingkungan $18,3^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 55%. Bila melebihi suhu tersebut, ternak akan melakukan penyesuaian secara fisiologis dan secara tingkah laku untuk mengurangi cekaman (Yani dan Purwanto, 2006). Kelembaban yang tinggi bisa mengurangi atau menurunkan jumlah panas yang hilang akibat penguapan, sedangkan penguapan merupakan salah satu cara untuk mengurangi panas tubuh

sehingga tubuh menjadi sejuk, jumlah panas yang hilang tersebut tergantung dari luas permukaan tubuh, bulu yang menyelubungi kulit, jumlah dan besar kelenjar keringat, suhu lingkungan dan kelembaban udara (Putra, 2009).

2.3.3. Ketinggian wilayah

Tinggi suatu tempat di daerah tropis sangat penting bagi sapi-sapi perah yang berasal dari daerah beriklim sedang atau keturunannya agar dapat mempertahankan produksi susunya yang tinggi. Menurut Yani dan Purwanto (2006) usaha peternakan sapi FH di Indonesia pada umumnya dilakukan pada daerah yang memiliki ketinggian lebih dari 800 mdpl, sedangkan menurut Sudono *et al.* (1970) pada ketinggian ± 1.000 mdpl sapi-sapi FH dapat mempertahankan produksi susunya yang tinggi. Menurut As-Syakur *et al.* (2011) suhu udara akan semakin rendah seiring dengan semakin tingginya ketinggian tempat dari permukaan laut. Suhu menurun sekitar $0,56^{\circ}\text{C}$ setiap 100 meter kenaikan ketinggian tempat. Pada daerah tropis jika suhu rata-rata per tahun pada permukaan air laut adalah $26,7^{\circ}\text{C}$, lalu $23,3^{\circ}\text{C}$ pada ketinggian diatas 610 mdpl dan $18,3^{\circ}\text{C}$ pada 1524 mdpl sesungguhnya, pada ketinggian di atas 610 m sapi produksinya lebih tinggi dan pada 1524 optimal untuk produktivitas (Williamson dan Payne, 1993). Kriteria daerah dataran rendah: tinggi tempat antara 0 – 200 m dpl, dataran sedang 200- 750 mdpl, dataran tinggi: tinggi tempat diatas 750 m dpl (Nugroho *et al.*, 2010)

2.3.4. *Temperature Humidity Index (THI)*

Kombinasi suhu dan kelembaban udara biasa dinyatakan dalam bentuk Indeks suhu dan kelembaban udara atau *Temperature Humidity Index*(THI). Jenis sapi perah murni yang berasal dari daerah subtropis jika didatangkan ke daerah tropis akan mendapatkan cekaman panas sehingga akan menimbulkan penimbunan panas yang berlebih di dalam tubuh sapi tersebut. Cekaman panas yang terus berlangsung pada ternak berdampak pada peningkatan konsumsi air minum, penurunan produksi susu, peningkatan volume urine dan penurunan konsumsi pakan (Yani dan Purwanto, 2006).

Tabel 1. Indeks Suhu dan Kelembaban Relatif untuk Sapi Perah (Wiersma, 1990)

°C	Kelembaban relatif (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
23,39														72	72	73	73	74	74	75	75
26,67							72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80
29,44			72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
32,22	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
35,00	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
37,78	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	
40,56	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97						
43,33	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97									Stres Ringan
46,11	84	85	87	88	90	91	93	95	96	97											Stres Sedang
48,89	88	88	89	91	93	94	96	98													Stres Berat

THI digunakan untuk mengetahui adanya cekaman panas karena keadaan lingkungan yang tidak nyaman (*discomfort*). Nilai THI dihitung dengan rumus Kibler (1964):

$$\text{THI} = 1,8T_a - (1 - \text{RH}) (T_a - 14,3) + 32$$

Keterangan:

THI = Indeks kenyamanan sapi perah

T_a = Suhu dalam kandang ($^{\circ}\text{C}$)

RH = Kelembaban rata-rata (%)

Sapi perah FH akan merasa nyaman pada nilai THI di bawah 72. Jika nilai THI melebihi 72, maka sapi perah FH akan mengalami stres ringan (72-79), stres sedang (80-89) dan stres berat (90-99). Efek THI terhadap produksi susu dimediasi oleh efek peningkatan suhu tubuh ternak. Penurunan produksi susu sekitar 0,32 kg per unit kenaikan THI dan sekitar 1,8 liter untuk setiap kenaikan $0,55^{\circ}\text{C}$ suhu tubuh (West, 2003).

2.4. Fisiologi Ternak

Reaksi sapi FH terhadap perubahan suhu yang dilihat dari respons pernapasan dan denyut jantung merupakan mekanisme dari tubuh sapi untuk mengurangi atau melepaskan panas yang diterima dari luar tubuh ternak. Peningkatan denyut jantung merupakan respons dari tubuh ternak untuk menyebarkan panas yang diterima ke dalam organ-organ yang lebih dingin. Pernapasan merupakan respons tubuh ternak untuk membuang atau mengganti panas dengan udara di sekitarnya. Jika kedua respon tersebut tidak berhasil mengurangi tambahan panas dari luar tubuh ternak, maka suhu organ tubuh ternak akan meningkat sehingga ternak mengalami cekaman panas (Yani dan Purwanto, 2006).

2.4.1. Suhu rektal

Suhu tubuh seekor ternak dapat dihitung pada beberapa lokasi yaitu salah satunya pada rektal, karena cukup mewakili dan kondisinya stabil. Weeth *et al.* (2008) menyatakan bahwa suhu rektal dan kulit saat siang hari meningkat akibat dehidrasi, dan frekuensi respirasi dan suhu tubuh berfluktuasi lebih besar pada saat tersebut. Suhu rektal normal pada ternak berumur di atas satu tahun berkisar 37,8-39,2°C dan ternak dibawah satu tahun berkisar 38,6-39,8°C (De Rensis dan Scaramuzzi, 2003).

2.4.2. Frekuensi nafas

Sistem respirasi memiliki fungsi untuk memasok oksigen kedalam tubuh serta membuang karbondioksida dari dalam darah. Fungsi-fungsi sekunder membantu dalam regulasi keasaman cairan ekstraseluler dalam tubuh, membantu pengendalian suhu, eliminasi air, dan pembentukan suara. Sistem respirasi dapat mengatur kelembaban dan temperatur udara yang masuk (dingin atau panas) agar sesuai dengan suhu tubuh (Amir, 2010). Frekuensi respirasi sapi pada kondisi normal dapat berlangsung 20-30 kali/menit dan pada kondisi stress dapat mencapai 10 atau 60 kali/menit (Houpt, 2005).

2.4.3. Denyut nadi

Denyut jantung sapi pada kondisi normal berkisar 50-80 kali/menit serta pada kondisi stres berat mencapai 40 atau 120 kali/menit (Radostits *et al.*, 2005). Ternak yang terekspos temperatur lingkungan yang sangat tinggi atau sangat

rendah dapat menyebabkan peningkatan denyut jantung. Mekanismenya adalah peningkatan suhu darah yang secara langsung mempengaruhi jantung, yang juga dipengaruhi oleh penurunan tekanan darah yang berasal dari vasodilatasi perifer. Proses terakhir adalah peningkatan jumlah adrenalin dan nonadrenalin yang disekresikan untuk pembentukan energi, disertai sekresi hormon lainnya dari kelenjar endokrin sehingga menyebabkan peningkatan denyut jantung (Tucker *et al.*, 2007).

2.4.4. Frekuensi urinasi dan defekasi

Urin atau air seni atau air kencing merupakan cairan sisa yang disekresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari tubuh melalui proses urinasi (Sudrajad dan Adiarto, 2011). Pelepasan panas melalui mekanisme *evaporative heat loss* dengan jalan melakukan pertukaran panas melalui permukaan kulit (*sweating*) atau melalui pertukaran panas di sepanjang saluran pernapasan dan sebagian melalui feses dan urin (Purwanto *et al.*, 1995). Defekasi merupakan usaha ternak untuk menyeimbangkan kondisi tubuh dengan cara mengeluarkan feses. Feses merupakan produk sisa proses pencernaan setelah pakan yang masuk kedalam sistem pencernaan mengalami degradasi dan diserap atau tidak mengalami proses apapun yang akhirnya dikeluarkan dari dalam tubuh (Blakely dan Bade, 1994). Urinasi dan defekasi pada ternak dipengaruhi oleh lingkungan dan produksi susu seekor ternak. Ternak yang memproduksi susu 7000 kg menghasilkan 31,3 kg feses dan 15,6 kg urin. Sedangkan pada produksi 6000 kg menghasilkan lebih sedikit sekitar 30,5kg feses dan 15,3 kg urin. Dapat diketahui bahwa seekor sapi melakukan defekasi sebanyak 9-15 kali dan urin sebanyak 4-10

kali per hari (Aland *et al.*, 2002). Ternak yang mengalami cekaman cenderung meningkatkan frekuensi urinasi dan defekasi (Oudshoorn *et al.*, 2007).

2.4.5. Lama waktulaying dan standing

Seekor ternak mengungkapkan status fisiologis dan keadaan tubuhnya melalui perilakunya. Perubahan perilaku misalnya perilaku berbaring (*laying behavior*) atau perilaku makan dapat diasosiasikan dengan kesehatan, kenyamanan, dan produksi ternak (Bewley *et al.*, 2010). Jumlah waktu yang dihabiskan saat ternak berbaring dianggap memberikan tanda tentang kenyamanan seekor ternak karena sapi perah memiliki perilaku cenderung lebih banyak menghabiskan waktu untuk beristirahat. Tidak ada perbedaan signifikan dalam produksi susu antara ternak yang waktu berbaringnya lebih banyak dibandingkan dengan yang lebih sedikit (Steensels *et al.*, 2012). Rata-rata waktu berbaring pada ternak dilaporkan rata-rata 11,37-13,70 jam per hari. Cekaman panas terutama THI dan ternak yang pincang memberi pengaruh pada lama waktu berdiri dan berbaring (Mattachini *et al.*, 2011).