Media Peternakan, April 2006, hlm. 35-46 Vol. 29 No. 1
ISSN 0126-0472
Terakreditasi SK Dikti No:56/DIKTI/Kep/2005

Pengaruh Iklim Mikro terhadap Respons Fisiologis Sapi Peranakan *Fries Holland* dan Modifikasi Lingkungan untuk Meningkatkan Produktivitasnya (ULASAN)

A.Yani & B.P. Purwanto
Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan IPB
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Fakultas Peternakan, IPB Bogor 16680
a_yanicirebon@yahoo.co.id.
(Diterima 25-08-2005; disetujui 10-03-2006)

ABSTRACT

Most of Holstein in Indonesia were imported from European countries which have temperate climate (13-25^{o}C). If those Holstein were kept under high temperature and high humidity and exposed to direct solar radiation, the cattles would be experienced with heat stress, resulted in decreasing appetite, increased water intake, decreased metabolism, increased catabolism, increased heat loss through evaporation, decreased hormone concentration in blood, increased body temperature, increased respiration and heart rate and behavioral changes. To reduce the heat stress can be achieved by environment modification, such as type of animal house construction, type of roof material selected for animal house and determination of animal housing height. The improvement of environmental condition was gained for maintaining the animal heat balance in steady state, due to reducing the thermoregulatory responses (i.e heart rate, respiration rate and mean body temperature). Controlling the heat stressed animals to lower thermoregulatory activities will improve their productivity.

Key words : Holstein, physiological responses, heat stress, micro-climate, environmental modification

PENDAHULUAN

Penampilan produksi ternak dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor keturunan (genetic), pakan, pengelolaan, perkandangan, pemberantasan dan pencegahan penyakit serta faktor lingkungan lainnya. Salah satu faktor lingkungan yang cukup dominan dalam mempengaruhi produktivitas ternak adalah iklim mikro. Iklim mikro di suatu tempat yang tidak mendukung bagi kehidupan ternak membuat potensi genetik seekor ternak tidak dapat ditampilkan secara optimal.

Ada empat unsur iklim mikro yang dapat mempengaruhi produktivitas ternak secara langsung yaitu : suhu, kelembaban udara, radiasi dan kecepatan angin, sedangkan dua unsur lainnya yaitu evaporasi dan curah hujan mempengaruhi produktivitas ternak secara tidak langsung. Interaksi keempat unsur iklim mikro tersebut dapat menghasilkan suatu indeks dengan pengaruh yang berbeda terhadap ternak.

Berdasarkan hasil pendataan, sebagian besar sapi-sapi perah yang ada di Indonesia adalah sapi bangsa *Fries Holland* (FH) yang didatangkan dari negara-negara Eropa yang memiliki iklim sedang (temperate) dengan kisaran suhu termonetral rendah (13 – 25^{o}C). Berdasarkan kondisi iklim asal tersebut, sapi perah FH sangat peka terhadap perubahan suhu tinggi. Apabila sapi FH ditempatkan pada lokasi yang memiliki suhu tinggi, maka sapi-sapi tersebut akan mengalami cekaman panas terus menerus yang berakibat pada menurunnya produktivitas sapi FH. Cekaman panas yang diterima oleh sapi FH sebenarnya dapat direduksi oleh angin dengan kecepatan tertentu. Usaha lain yang perlu dilakukan untuk mereduksi cekaman panas sapi FH adalah modifikasi lingkungan ternak melalui pemberian naungan, pemilihan bahan atap dan pengaturan ketinggian kandang. Tulisan ini berisi ulasan hasil-hasil penelitian mengenai "Pengaruh Iklim Mikro Terhadap Respons Fisiologis Sapi FH serta Modifikasi Lingkungan sebagai Upaya Mempertahankan Produktivitas Sapi FH".

PENGARUH IKLIM MIKRO TERHADAP RESPONS FISIOLOGIS SAPI PERANAKAN *FRIES HOLLAND* (FH)

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 vs sapi.

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) (Purwanto, 1993) dan sebagian melalui feses dan urin (McDowell, 1972). Unsur iklim mikro yang dapat mempengaruhi produksi panas dan pelepasan panas pada sapi FH adalah suhu dan kelembaban udara, radiasi matahari dan kecepatan angin.

Suhu dan Kelembaban Udara

Suhu dan kelembaban udara merupakan dua faktor iklim yang mempengaruhi produksi sapi perah, karena dapat menyebabkan perubahan keseimbangan panas dalam tubuh ternak, keseimbangan air, keseimbangan energi dan keseimbangan tingkah laku ternak (Esmay, 1982). McDowell (1974) menyatakan bahwa untuk kehidupan dan produksinya, ternak memerlukan suhu lingkungan yang optimum. Zona termonetral suhu nyaman untuk sapi Eropa berkisar 13 – 18^{o}C (McDowell, 1972); 4 – 25^{o}C (Yousef, 1985), 5 – 25^{o}C (Jones & Stallings, 1999). Hubungan besaran suhu dan kelembaban udara atau biasa disebut *"Temperature Humidity Index (THI)"* yang dapat mempengaruhi tingkat stres sapi perah dapat dilihat pada Tabel 1.

Sapi FH menunjukkan penampilan produksi terbaik apabila ditempatkan pada suhu lingkungan 18,3^{o}C dengan kelembaban 55%. Bila melebihi suhu tersebut, ternak akan melakukan penyesuaian secara fisiologis dan secara tingkah laku (behaviour). Usaha peternakan sapi FH di Indonesia, pada umumnya dilakukan pada daerah yang memiliki

Tabel 1. Indeks suhu dan kelembaban relatif untuk sapi perah

	Kelembaban relatif (%)																				
°C	**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*				

Sumber : Wierama (1990)

ketinggian lebih dari 800 m di atas permukaan laut, dengan tujuan untuk penyesuaian lingkungan.

Suhu udara dan kelembaban harian di Indonesia umumnya tinggi, yaitu berkisar antara 24 – 34°C dan kelembaban 60 - 90%. Hal tersebut akan sangat mempengaruhi tingkat produktivitas sapi FH. Pada suhu dan kelembaban tersebut, proses penguapan dari tubuh sapi FH akan terhambat sehingga mengalami cekaman panas. Pengaruh yang timbul pada sapi FH akibat cekaman panas adalah : 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 (McDowell, 1972); dan 7) perubahan tingkah laku (Ingram & Dauncey, 1985), meningkatnya intensitas berteduh sapi (Combs, 1996). Respons fisiologis sapi FH akibat cekaman panas dapat dilihat pada Tabel 2.

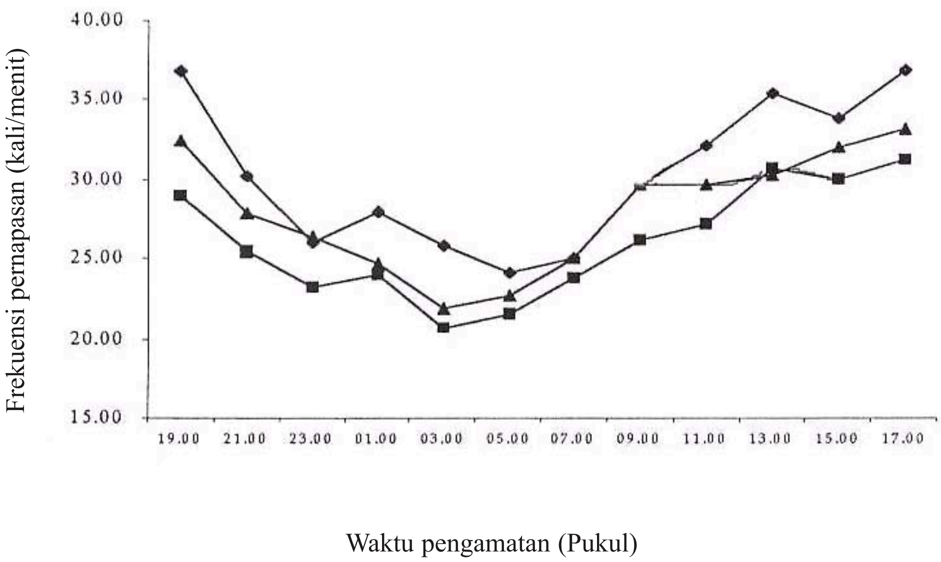
Pada malam hari, suhu rektal akan terus mengalami penurunan, sedangkan pada pagi sampai sore suhu rektal mengalami kenaikan. Perubahan denyut jantung dan frekuensi pernapasan sapi FH dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Denyut jantung sapi FH yang sehat pada daerah nyaman (suhu tubuh 38,6°C) adalah 60 – 70 kali/menit dengan frekuensi nafas 10 – 30 kali/menit (Ensminger, 1971). Perubahan denyut jantung dan fekuensi pernapasan sapi FH (tiga ekor sapi dara peranakan FH dengan bobot rata-rata 195 kg) di Darmaga dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 dengan kondisi suhu pengamatan pada Gambar 3 (Prayitno, 1999).

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 (Anderson, 1983). Cekaman panas yang terus berlangsung pada ternak akan

Tabel 2. Suhu rektal, denyut jantung dan frekuensi pernapasan sapi FH

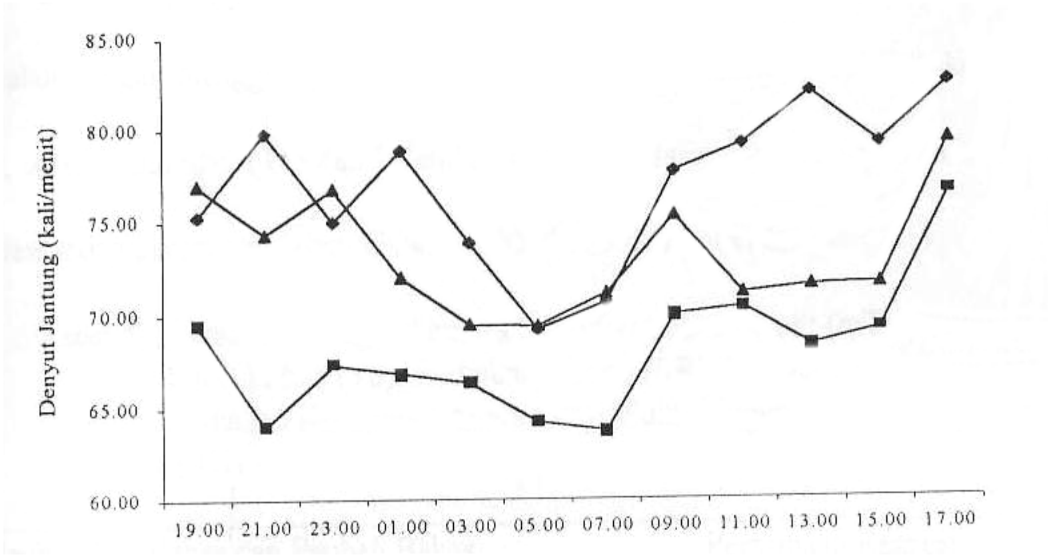
Parameter	Sumber	Suhu lingkungan	
		Netral	Cekaman
Suhu rektal (^oC)	1	38,7	40,0
	2	38,8	39,8
Denyut jantung (kali per menit)	1	77,0	79,0
	2	64,0	67,0
Pernapasan (kali per menit)	1	48,0	87,0
	2	31,0	75,0

berdampak pada peningkatan konsumsi air minum, penurunan produksi susu, peningkatan volume urine, dan penurunan konsumsi pakan (Tabel 3). Cekaman panas dapat direduksi dengan menurunkan suhu tubuh sapi FH melalui penyemprotan air dingin ke seluruh permukaan tubuh (Shibata, 1996). Hasil simulasi menunjukkan bahwa penurunan suhu lingkungan mikro (sekitar kandang) sebesar 5^{o}C dapat meningkatkan produksi susu sapi FH sebesar 10 kg/hari yaitu dari 35 kg/hari menjadi 45 kg/hari (Berman, 2005).



Keterangan:
Lingkungan kontrol = Pada siang hari tanpa pengipasan dan pada malam hari ternak tidak dikeluarkan,
Lingkungan B = Pada siang hari dengan pengipasan dan pada malam hari ternak dikeluarkan,
Lingkungan C = Pada siang hari dengan pengipasan dan pada malam hari ternak tidak dikeluarkan.

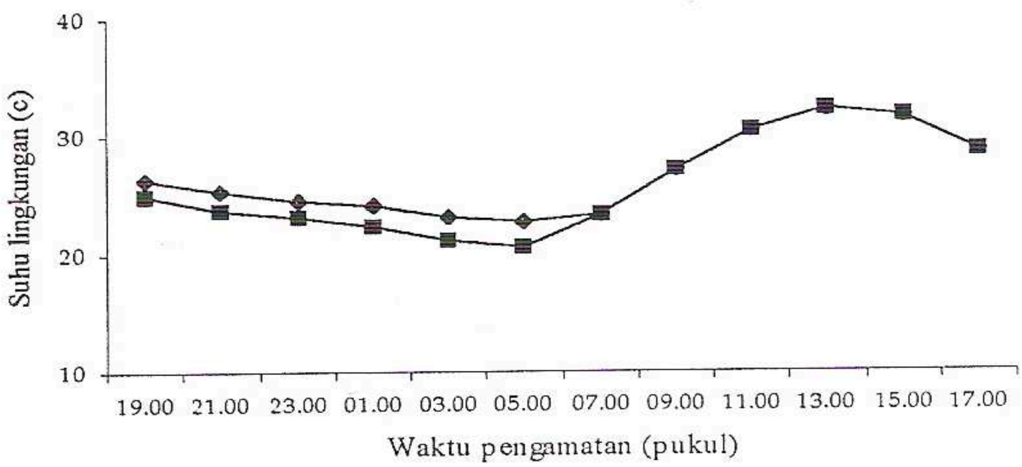
Gambar 1. Pola frekuensi pernafasan pada kondisi lingkungan kontrol (♦), lingkungan B (■) dan lingkungan C (▲)



Waktu pengamatan (Pukul)

Keterangan:
Lingkungan kontrol = Pada siang hari tanpa pengipasan dan pada malam hari ternak tidak dikeluarkan,
Lingkungan B = Pada siang hari dengan pengipasan dan pada malam hari ternak dikeluarkan,
Lingkungan C = Pada siang hari dengan pengipasan dan pada malam hari ternak tidak dikeluarkan.

Gambar 2. Pola denyut jantung pada kondisi lingkungan kontrol (♦), lingkungan B (■) dan lingkungan C (▲)



Gambar 3. Suhu lingkungan pengamatan di dalam (♦) dan di luar (■) kandang

Tabel 3. Produksi susu, volume urine, konsumsi air minum, konsumsi pakan sapi FH pada suhu berbeda

Parameter	Suhu	
	18^oC	30^oC
Produksi susu (kg/hari)	18,4	15,7
Volume urine	11,2	12,8
Konsumsi air minum (kg/hari)	57,9	74,7
Konsumsi konsentrat (kg/hari)	9,7	9,2
Konsumsi hay (kg/hari)	5,8	4,5

Sumber : McDowell (1972)

Radiasi Matahari

Radiasi adalah pemindahan panas suatu benda ke benda lain tanpa bersentuhan. Arus panas radiasi mengalir tanpa bantuan bahan pengantar atau media dan dapat melewati ruang hampa udara (Curtis, 1983; Blaxter, 1989). Radiasi matahari secara langsung terhadap sapi FH mengakibatkan sapi FH tidak nyaman, sehingga menimbulkan efek negatif terutama pada siang hari. Usaha yang umum dilakukan oleh peternak dalam mengurangi efek negatif radiasi langsung ini adalah dengan memberikan naungan.

Sapi FH di daerah Darmaga, Bogor, mulai mencari tempat berteduh pada saat radiasi matahari di atas 450 kkal/m^2/jam. Pada kondisi ini sapi FH sudah mengalami cekaman panas, sehingga sebagai usaha mempertahankan suhu tubuhnya, ternak tersebut mencari naungan. Cekaman panas sapi FH akibat radiasi matahari bisa mencapai 77,38% (Rizki, 1996). Kondisi ini terjadi mulai pukul 10.30 dan sapi FH akan mengalami cekaman panas maksimal dari radiasi matahari pada pukul 13.00 – 14.00 dimana pada waktu tersebut nilai intensitas radiasi matahari dapat mencapai 480 kkal/m^2/jam.

Kondisi cekaman panas akibat radiasi matahari terhadap sapi FH juga dipengaruhi oleh warna kulitnya. Yeates (1977) mengatakan bahwa ternak dengan bulu yang pendek dengan warna terang serta memiliki tekstur kulit yang halus dan mengkilap adalah baik sekali untuk mengatasi pengaruh pancaran panas radiasi matahari. Sapi FH memiliki warna kulit hitam dan putih, umumnya warna putih lebih dominan dari warna hitam atau sebaliknya. Dominannya warna putih pada seekor sapi FH menyebabkan pancaran radiasi yang diserap kulit sapi FH akan lebih kecil (warna putih menyerap 20% pancaran radiasi sinar matahari, dan warna hitam bisa mencapai 98%). Cekaman panas sapi FH akibat radiasi matahari langsung menyebabkan respon fisiologisnya lebih tinggi dari sapi FH yang ternaungi (Tabel 4).

Kecepatan Angin

Angin dapat digunakan untuk mereduksi cekaman panas pada ternak (Beede and Coolier, 1986). Penggunaan kipas angin berdiameter 1,2 m dan penyemprotan air 18 liter per ekor per hari di Amerika dapat menurunkan temperatur tubuh sapi FH sebesar 1,7^{o}C dan meningkatkan produksi susu sebesar 0,79 kg per hari (Wiersma *et al*., 1984). Pemberian kecepatan angin tertentu disertai dengan pengabutan melalui sprinkler tiap 5 - 15 menit pada daerah panas dapat meningkatkan kenyamanan sapi dan mempermudah pemerahan (Chestnut & Houston, 2002). Pemberian kecepatan angin melalui terowongan angin yang dibuat dalam kandang dapat menurunkan suhu (4,2^{o}C) dan

Tabel 4. Respon fisiologis sapi FH akibat radiasi matahari di Darmaga Bogor

Parameter	Jemur	Naungan
Repirasi (hit/menit)	147,00	68,00
Jantung (hit/menit)	91,00	76,00
Suhu rektal (^oC)	40,48	38,82
Suhu kulit (^oC)	39,68	37,13
Suhu tubuh (^oC)	40,37	38,58

Sumber : Rizki (1996)

THI (6,0) serta meningkatkan RH (26%) dalam kandang (Smith *et al*., 2005). Daerah Darmaga Bogor dengan ketinggian 250 m di atas permukaan laut memiliki kecepatan angin yang berfluktuasi menurut waktu tergantung kondisi iklim mikro dan makro. Rata-rata kecepatan angin harian pada bulan April – Juni tahun 2000 di Darmaga dapat dilihat pada Gambar 4.

Jika dilihat dari fluktuasi kecepatan angin pada gambar di atas, kecepatan angin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu udara dan radiasi matahari. Sementara di sisi lain tubuh sapi FH memerlukan kecepatan angin yang lebih untuk mereduksi cekaman panasnya, sehingga pengaruh kecepatan angin pada siang hari pada kondisi udara cerah tidak banyak berpengaruh terhadap penurunan cekaman panas tubuh sapi FH.

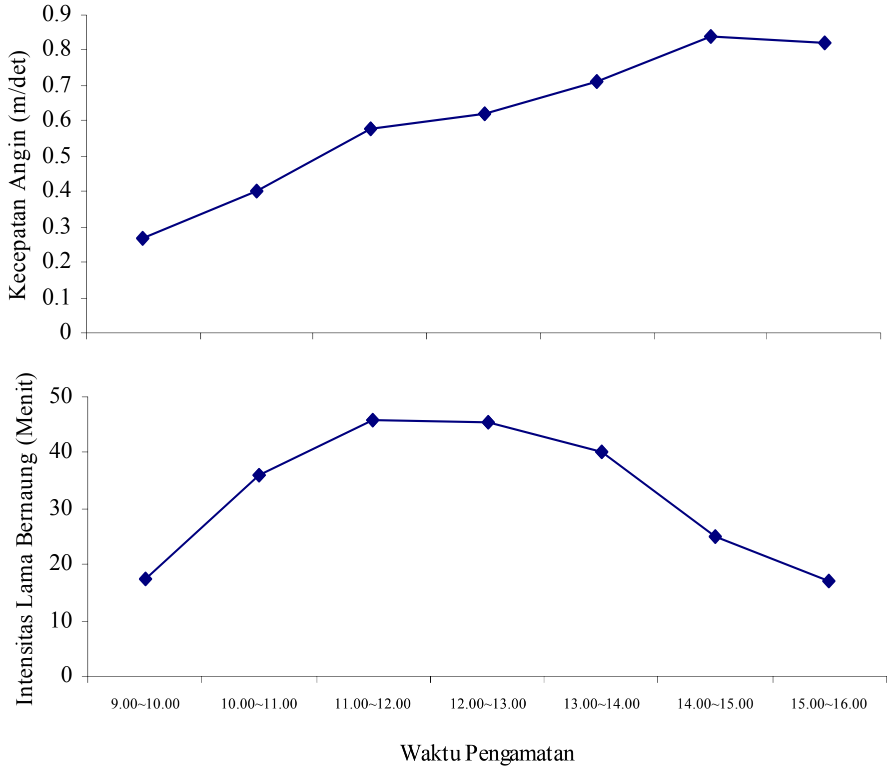
Penambahan kecepatan angin akan membantu sapi FH menurunkan cekaman panas pada saat malam hari karena pada malam hari metabolisme sapi FH lebih diarahkan untuk mempertahankan suhu tubuh (Lee & Keala, 2005). Penambahan kecepatan angin (1,125 m/det) dapat mengoptimalkan kerja metabolisme sapi FH sehingga ternak tersebut merasa nyaman. Hadi (1995) menyampaikan hasil pengamatan adanya perubahan suhu rektal, suhu kulit, suhu tubuh dan frekuensi pernafasan pada sapi FH akibat pemberian kecepatan angin (1,125 m/det) yang dilakukan pada siang hari (pukul 11.00 – 13.00 WIB) dan malam hari (pukul 19.00–21.00 WIB) (Tabel 5). Pengamatan dilakukan di Laboratorium Lapangan Ilmu Produksi Ternak Perah IPB pada Bulan Desember 1994 sampai Bulan Januari 1995 dengan suhu minimum dan maksimum masing-masing 24,0^{o}C dan 30,5^{o}C, kelembaban udara 61% - 84% dan kecepatan angin 0,0625 – 0,35 m/det. Sapi FH yang digunakan sebanyak 4 ekor dengan bobot badan 180 – 220 kg. Hijauan diberikan sebanyak 10 kg/ekor/hari, konsentrat diberikan sesuai bobot badannya dengan pemberian pakan 2 kali sehari (pukul 08.00 dan 17.00 WIB) dan air minum *ad libitum*.

MODIFIKASI LINGKUNGAN TERNAK UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS

Modifikasi lingkungan merupakan usaha yang dilakukan oleh peternak dalam manajemen ternak sapi FH untuk mengurangi cekaman panas akibat suhu udara, kelembaban dan radiasi matahari. Modifikasi lingkungan dapat dilakukan melalui pemberian naungan, penggunaan air minum dingin, penyemprotan air ke tubuh ternak, pemberian kecepatan angin tertentu kepada ternak, pemilihan bahan atap kandang, penentuan ketinggian atap kandang yang tepat.

Pemberian Air Minum Dingin

Konsumsi air minum sapi perah dewasa pada lingkungan nyaman berkisar antara 3 – 3,5



Gambar 4. Rata-rata kecepatan angin harian bulan April – Juni tahun 2000 dan intensitas lama bernaung sapi FH di Darmaga (Suwito, 2000)

Tabel 5. Rataan suhu rektal (RT), suhu kulit (mTs), suhu tubuh (Tb) dan frekuensi pernafasan (RR) sapi FH akibat pemberian kecepatan angin 1,125 m/det pada siang dan malam hari di Darmaga Bogor

Parameter	Waktu pemberian angin	
	Siang hari	Malam hari
Sebelum perlakuan		
RT (°C)	39,05 ± 0,12	39,07 ± 0,11
mTs (°C)	35,64 ± 0,66	35,50 ± 0,43
Tb (°C)	38,57 ± 0,14	38,57 ± 0,14
RR (kali/menit)	40,00 ± 3,34	40,00 ± 5,36
Dua jam setelah perlakuan		
RT (°C)	38,80 ± 0,12	38,60 ± 0,10
mTs (°C)	35,40 ± 1,03	35,58 ± 0,01
Tb (°C)	38,32 ± 0,29	38,18 ± 0,08
RR (kali/menit)	25,00 ± 11,50	22,00 ± 0,00

Sumber : Hadi (1995)

liter/kilogram konsumsi bahan kering (Tillman *et al.*, 1989) dan akan meningkat dalam kondisi cekaman panas. Pada kondisi lingkungan tidak nyaman dengan suhu lingkungan malam hari sekitar 24°C dan siang hari 33,34°C, sapi dara mengkonsumsi air minum sebanyak 10,58 – 12,76% dari bobot badan (Santoso, 1996). Manfaat air minum dingin untuk mengatasi cekaman panas pada sapi dara FH dapat dilihat pada Tabel 6.

Milam *et al.* (1986) melaporkan bahwa pemberian air minum dingin dapat meningkatkan produksi susu sapi Holstein sebesar 10,86% dari 22,1 pada air minum 28°C menjadi 24,5 kg pada air minum 10°C. Wilks *et al.* (1990) juga melaporkan terjadinya kenaikan produksi susu sapi Holstein sebesar 4,85% dari 24,7 pada air minum 27°C menjadi 25,9 pada air minum 10,6°C. Qisthon (1999) melaporkan bahwa pemberian air minum pada suhu 10°C dapat memperbaiki produktivitas sapi dara FH melalui pertambahan bobot badan dan efisiensi pakan, meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik pakan dibandingkan dengan pemberian air minum pada suhu 16, 22 dan 28°C.

Naungan

Pemberian naungan seperti kandang, dapat mengurangi cekaman panas tubuh sapi FH terutama pada siang hari. Total pengurangan panas tubuh ternak dengan naungan dapat mencapai 30-50% (Roman-Ponce *et al.*, 1977). Cara ternak sapi FH dalam mencari naungan sangat tergantung dari iklim mikro seperti radiasi matahari, suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Pola intensitas lama bernaung sapi FH meningkat dari pagi sampai siang hari (sampai pukul 13.00) kemudian menurun kembali pada sore harinya. Pola intensitas lama bernaung rata-rata untuk 3 (tiga) sapi dara FH dengan bobot badan rata-rata 195 kg pada umur ± 18 bulan di Darmaga dapat dilihat pada Gambar 4.

Lama bernaung sapi dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban, radiasi, dan kecepatan angin. Semakin tinggi suhu udara lingkungan, sapi akan bernaung lebih lama sebagai upaya untuk mempertahankan panas tubuhnya agar tidak naik akibat cekaman panas dari suhu lingkungan. Semakin tinggi kelembaban udara dan radiasi matahari di sekitar sapi maka sapi akan bernaung lebih lama dengan intensitas yang semakin rendah. Semakin tinggi kecepatan angin maka sapi FH akan mengurangi intensitas lama bernaungnya karena angin dapat mereduksi panas tubuh sapi FH.

Pemilihan Bahan Atap Kandang

Semua bahan akan memantulkan, meneruskan dan menyerap radiasi gelombang

Tabel 6. Pengaruh pendinginan air minum pada respons fisiologis sapi dara Holstein pada suhu lingkungan 34°C

Peubah	Suhu air minum (°C)		
	10	20	30
Suhu rektal (°C)	38,7	38,9	39,2
Suhu kulit (°C)	36,3	36,8	37,1
Suhu tubuh (°C)	38,4	38,7	38,9
Frekuensi pernafasan (kali/menit)	26,0	40,0	47,0
Frekuensi denyut jantung (kali/menit)	74,0	76,0	78,0

Sumber : Purwanto *et al.* (1996)

pendek dan gelombang panjang dengan proporsi yang berbeda-beda tergantung pada jenis bahannya. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan suhu absolute bahan, sifat fisik dan kimiawi bahan serta daya hantar energi panas (bahang) dan panjang gelombang radiasi matahari. Oleh karena itu bahan atap kandang sapi FH yang dipilih adalah bahan-bahan yang mampu memantulkan dan menyerap radiasi sehingga dapat mengurangi penghantaran panas ke dalam kandang.

Radiasi matahari yang diabsorbsi oleh bahan akan diubah menjadi bahang, kemudian dihantar ke bagian yang lebih dingin atau dipancarkan kembali sebagai radiasi gelombang panjang. Kemampuan menghantar bahang (konduktivitas) masing-masing bahan dari yang terendah sampai yang tinggi berturut-turut adalah asbes, beton, baja, seng, alumunium (Charles, 1981). Bahan yang tipis seperti kebanyakan logam memiliki koefisien konduksi yang besar, sehingga suhu di atas dan di bawah hampir sama. Hahn (1985) menyatakan bahwa bahan atap rumput kering atau jerami paling efektif menahan radiasi matahari yang terpancar langsung, sedangkan bahan padat seperti asbes, besi berlapis seng atau alumunium kurang efektif kecuali kalau dicat putih. Bahan lainnya yang efektif menahan radiasi matahari adalah alang-alang dan daun kelapa. Kedua bahan ini memiliki nilai konduktivitas rendah. Rumbia memiliki nilai konduktivitas 0.0001 kal/det^{o}C.

Rendahnya nilai konduktivitas bahan atap kandang menunjukkan rendahnya kemampuan bahan dalam menghantarkan radiasi panas yang diserapnya, sehingga sangat baik untuk mengurangi jumlah radiasi yang sampai ke ternak. Gatenby & Martawijaya (1986) menyatakan, suhu di dalam kandang yang atapnya terbuat dari asbes, seng dan rumbia berturut-turut 26,5; 27,0 dan 26,4^{o}C.

Respon fisiologis sapi perah FH sangat baik terhadap bahan atap kandang rumbia dibandingkan dengan genteng dan seng. Respons fisiologis ini dapat dilihat dari suhu tubuh, suhu rektal, suhu kulit, denyut jantung dan frekuensi nafas yang lebih rendah pada sapi FH yang diberi atap rumbia dibandingkan dengan yang diberi atap seng atau genteng (Soemarto, 1995).

Penentuan Ketinggian Kandang

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).

Daerah-daerah yang cerah dengan sinar matahari penuh, tinggi atap kandang sebaiknya antara 3,6 – 4,2 m, sedangkan daerah agak berawan tinggi atap kandang antara 2,1 – 2,7 m. Ketinggian kandang tersebut cukup efektif membatasi difusi radiasi matahari yang diterima ternak di dalam kandang (Hahn, 1985). Ketinggian atap kandang untuk daerah tropis basah berkisar antara 2 – 3 m dan untuk daerah beriklim panas kering antara 4–5 m (McDowell, 1972), serta antara 3 – 4 m untuk daerah *semi arid* (Wiersma *et al*., 1984). Ketinggian atap kandang sapi FH untuk daerah panas dengan curah hujan sedang sampai curah hujan tinggi adalah 175 cm yang diukur dari sisi atap terendah ke lantai kandang (Sastry & Thomas 1980).

Perbedaan ketinggian atap kandang sangat mempengaruhi respons fisiologis sapi perah dan produksi susu yang dihasilkan. Respons fisiologis yang berubah antara lain suhu kulit, suhu rektal, suhu tubuh, frekuensi pernafasan dan denyut jantung. Sedangkan respons produksi yang berubah yaitu konsumsi makan dan minum, serta pertambahan bobot badan (Santoso, 1996). Ketinggian atap kandang yang terbuat dari seng sebaiknya 3,5 m dari lantai kandang (Basyarah, 1995).