

Pengaruh Lingkungan Mikroklimat terhadap Produktifitas Susu Sapi Perah *Freisian holstein* (FH) di Peternakan Sapi Terpadu (PESAT) KPC

Ardiansyah^{1*}, Apdila Safitri¹, dan Nugroho Dewanto²

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia.

²Post Mining Development, Section of Conservation and Agribusiness Development, Department of Community Empowerment KPC, Sangatta, Kutai Timur, Kalimantan Timur, Indonesia.

E-mail: ardiansyah@faperta.unmul.ac.id

Abstrak

Respon performa ternak ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan. Sapi perah FH mampu memproduksi susu lebih tinggi dibandingkan dengan jenis sapi perah lainnya sesuai dengan kemampuan genetiknya. Hal ini ditunjang oleh faktor lingkungan berupa pemenuhan kebutuhan nutrisi dari pakan dan faktor-faktor mikroklimat di areal peternakan. Penelitian ini mengevaluasi pengaruh factor lingkungan berupa mikroklimat terhadap produktifitas susu sapi perah FH di PESAT menggunakan persamaan regresi berganda. Data mikroklimat (suhu udara, RH, curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi matahari) diambil dari pengamatan stasiun cuaca PT Kaltim Prima Coal yang berlokasi di M1 dekat dengan PESAT tahun 2016-2017. Data produksi susu PESAT diambil dari tahun 2016-2017. Mikroklimat berpengaruh 63.3% ($P < 0.05$) terhadap produksi susu sapi perah mengikuti persamaan $\text{Produksi Susu} = -226.079 - 25.317 \times \text{Suhu} + 8.699 \times \text{RH} + 34.732 \times \text{Curah Hujan} - 37.575 \times \text{Kecepatan Angin} + 2.327 \times \text{Radiasi Matahari}$. Mikroklimat memiliki hubungan kuat positif terhadap produksi susu sebesar 0.796. Penurunan suhu, kecepatan angin, dan Peningkatan RH, Curah Hujan, dan Radiasi matahari akan meningkatkan produktifitas susu sapi. Manipulasi mikroklimat dapat dilakukan, namun akan membutuhkan biaya investasi yang sangat besar.

Kata kunci: Mikroklimat, PESAT, Produksi susu, Sapi perah.

Abstract

Response of Livestock performance was determined by genetic and environmental factors. FH of dairy cow can produce milk higher than other dairy cows according to its genetic ability. This is supported by environmental factors such as the fulfillment of nutrients needs of feed and microclimate in the area of livestock. This study evaluated the effect of microclimate environmental factors on milk dairy cattle productivity in PESAT using multiple regressions. Microclimate data (air temperature, RH, rainfall, wind speed, and solar radiation) were taken from the observation of PT Kaltim Prima Coal weather station located at M1 near PESAT in 2016-2017. The PESAT milk production data was taken from 2016-2017. Microclimate affects 63.3% ($P < 0.05$) of dairy milk production refers to equation of $\text{Milk production} = -226.079 - 25.317 \times \text{Temperature} + 8.699 \times \text{RH} + 34.732 \times \text{Rainfall} - 37.575 \times \text{Wind Speed} + 2.327 \times \text{Solar Radiation}$. Microclimates have a strong positive relation to milk production of 0.796. Decreasing in temperature and wind speed, Increasing of RH, rain, and solar radiation will increase the milk production. Microclimate manipulation can be done, but it will require high cost investment.

Keywords: Dairy cow, Microclimate, Milk production, PESAT.

1 PENDAHULUAN

Peternakan Sapi Terpadu (PESAT) merupakan model peternakan terpadu di lahan pasca tambang seluas 22 Ha. PESAT adalah sebuah program divisi Post Mining Development (PMD), bagian Conservation & Agribusiness Development (CAD), Department Community Empowerment (CE), PT Kaltim Prima Coal. PESAT menjadi percontohan pemanfaatan lahan pasca tambang melalui peternakan sapi terpadu untuk pembangunan berkelanjutan. PESAT diharapkan dapat berperan sebagai pusat transfer keterampilan teknis dan bisnis peternakan, sarana penerapan teknologi peternakan dari litbang, perguruan tinggi, dan peternak, pusat pengkajian IPTEK peternakan (sarana penelitian mahasiswa, dosen, peneliti), dan pusat pembinaan jaringan agribisnis (pusat temu teknologi pertanian dan alternatif investasi sosial).

PESAT memiliki program pengembangan sapi pembibitan, sapi penggemukan, dan sapi perah. Peternakan sapi perah adalah program utama yang dikelola oleh PESAT. PESAT merupakan peternakan sapi perah utama yang memiliki populasi paling besar di Kalimantan. Sapi perah jenis *Freisian holstein* (FH) merupakan sapi yang biasa hidup di wilayah subtropis Eropa dengan suhu yang lebih rendah 13-25°C (Yani dan Purwanto, 2006) dibandingkan dengan daerah tropis. Sapi perah FH mampu memproduksi susu lebih tinggi dan persistensi produksi yang baik (Dematawewa *et al.* 2007), serta masa laktasi yang panjang (Mellado *et al.* 2016), jika dibandingkan dengan jenis sapi perah lainnya sesuai dengan kemampuan genetiknya.

Peternakan sapi perah FH di lahan pasca tambang dan wilayah tropis memiliki tantangan dan hambatan dalam peningkatan produktifitasnya. Respon performa ternak salah satunya produksi susu ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan. Heritabilitas dari produksi susu hanya 0.25, mengindikasikan hanya 25% perbedaan antara produksi susu sapi berdasarkan pengaruh dari genetiknya. Sisanya, 75% merupakan faktor lingkungan seperti manajemen, iklim, dan faktor fisik yang berpengaruh pada sapi selama masa laktasi (Collier *et al.* 2017).

Lingkungan iklim merupakan kondisi unsur cuaca seperti suhu udara, kelembaban (RH), curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi matahari di suatu wilayah. Iklim yang berpengaruh langsung pada produktifitas ternak adalah suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, dan radiasi matahari. Curah hujan secara tidak langsung mempengaruhi produktifitas ternak. Jika sapi perah dipelihara dibawah suhu dan kelembaban yang tinggi, serta terpapar radiasi matahari secara langsung, maka sapi akan mengalami cekaman panas, penurunan nafsu makan, peningkatan asupan air, menurunnya metabolisme, meningkatnya katabolisme, peningkatan kehilangan panas melalui penguapan, penurunan konsentrasi hormone dalam darah, meningkatkan suhu tubuh, respirasi, dan denyut jantung, serta perubahan tingkah laku (Yani dan Purwanto 2006). Lingkungan iklim peternakan sangat berpengaruh terhadap produksi susu sapi perah (Mijic *et al.* 2017). Kondisi iklim di beberapa sistem perikanan ternak berasosiasi terhadap permasalahan kesehatan bagi ternak (Roland *et al.* 2016).

Berdasarkan permasalahan yang timbul akibat pengaruh lingkungan iklim terhadap produktifitas sapi perah dan peran PESAT sebagai pusat transefer teknologi dan IPTEK peternakan maka perlu dilakukan pengkajian di PESAT. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh faktor lingkungan berupa iklim terhadap produktifitas susu sapi perah FH di PESAT menggunakan persamaan regresi berganda. Harapannya melalui hasil evaluasi penelitian ini, PESAT dapat melakukan pengembangan dalam perbaikan untuk meningkatkan produktifitas sapi perah.

2 METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di PESAT KPC, D2 Murung, Jalan Poros Sangatta - Rantau Pulung, Swarga Bara, Sangatta Utara, Kutai Timur, Kalimantan Timur dan lokasi pengamatan stasiun cuaca M1 KPC yang dekat dengan PESAT. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data iklim mikro dan produksi susu sapi PESAT. Data iklim mikro diambil dari tahun 2016-2017. Data berupa pengukuran cuaca real time seperti suhu udara, kelembaban (RH), curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi matahari. Data produksi susu diambil dari pencatatan harian produksi sapi perah laktasi PESAT. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data pada bulan Januari 2016 hingga Mei 2017.

Data rata-rata iklim mikro dan produksi susu bulanan digunakan dalam analisis regresi berganda untuk mengetahui pola hubungan dan pengaruh iklim mikro terhadap produksi susu. Persamaan regresi berganda sebagai berikut (Steel and Torrie 1997):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Keterangan:

Y = variabel dependen produksi susu

a = konstanta

b = koefisien regresi

X = variabel independen suhu udara, RH, curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi matahari.

Pengolahan data untuk analisis korelasi, regresi, dan sidik ragam (anova) dilakukan dengan *software* SPSS 16 dan *Microsoft excel*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktifitas Susu

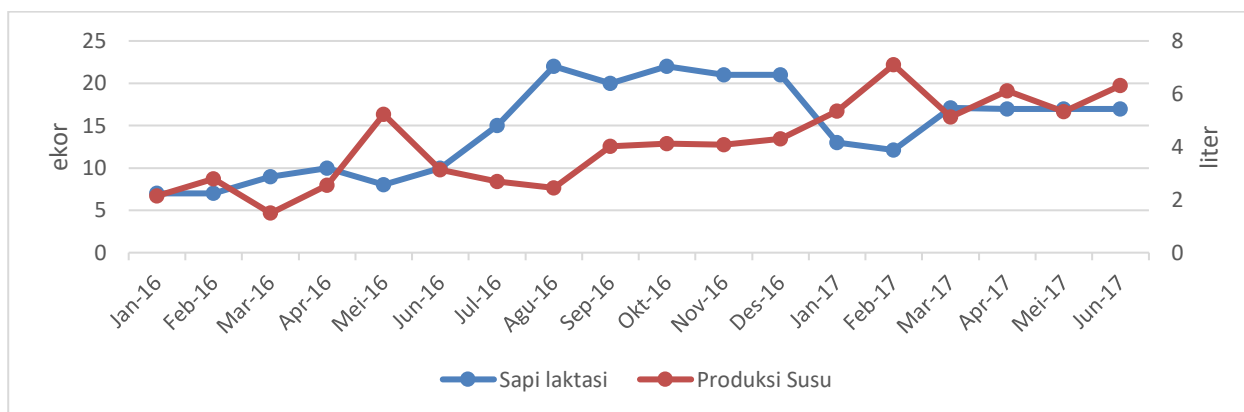
Imbangan pakan yang diberikan pada sapi perah PESAT adalah 60:40. Pemberian hijauan 60% dan konsentrat 40%. Hijauan segar berupa cacahan rumput gajah atau tebon jagung diberikan sebanyak 25 kg, mix konsentrat sebanyak 7 kg, dan ampas tahu sebanyak 5 kg perhari. Rataan kandungan protein kasar 16% dan nutrient tercerna 60%. Pemberian pakan sapi perah dilakukan 2 kali dalam sehari pada pagi hari dan sore hari dengan urutan konsentrat, ampas tahu, dan hijauan.

Frekuensi pemerahan sapi laktasi dilakukan 2 kali dalam sehari pada jam 07.30 dan 15.30 Wita. Sebelum pemerahan dilakukan, sapi perah laktasi dimandikan untuk membersihkan ambing dan puting sapi dari kotoran yang menempel, puting sapi diberi antiseptik lalu dilap dengan kain yang dibasahi air hangat, kemudian diolesi dengan minyak agar puting sapi tidak iritasi dan lecet. Susu pertama keluar akan dibuang terlebih dahulu untuk mengeluarkan susu yang kotor. Setelah pemerahan, dilakukan pencatatan produksi susu.

Rataan produksi susu sapi ekor perhari pada tahun 2016 sebesar 3.2 liter dan 5.9 liter pada tahun 2017. Jumlah rata-rata populasi sapi perah laktasi di PESAT tahun 2016 sebanyak 14.3 ekor dan 15.53 ekor pada tahun 2017. Produksi susu PESAT masih tergolong lebih rendah dibandingkan dengan wilayah Indonesia lainnya. Hasil penelitian Lestari *et al* (2015), penggunaan perbedaan formulasi ransum antara NRC dan peternak lokal menghasilkan produksi susu 16.99-18.01 liter perhari. Nugroho *et al*. (2015) menyatakan bahwa, produksi susu sapi perah tanpa dan dengan pemberian *maize hydroponic fodder* 10.88 – 13.33 liter perhari.

Berdasarkan Gambar 1, produktifitas susu harian pada bulan di tahun 2016 lebih rendah dibandingkan pada tahun 2017, namun jumlah laktasi sapi pada tahun 2016 lebih banyak dibandingkan dengan tahun 2017. Pada tahun 2017, terjadi perbaikan manajemen pemeliharaan

sapi perah, diantaranya penggantian bibit yang tidak memiliki potensi produksi susu di atas 4 liter perhari.



Gambar 1. Grafik Rataan Jumlah Sapi Laktasi dan Produksi Susu Sapi Perah PESAT KPC

Mikroklimat

Kondisi mikroklimat dan produksi susu bulanan PESAT tahun 2016-2017 disajikan pada Table 1. Rataan pengukuran suhu udara, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi matahari bulanan PESAT perhari berturut-turut sebesar 27.38 °C, 81.89%, 0.22 mm, 123.81 cm/s, dan 175.55. Penurunan suhu dan radiasi matahari terjadi pada bulan September hingga Maret, diikuti dengan peningkatan kelembaban dan curah hujan.

Suhu merupakan kondisi panas relatif suatu zat. Suhu udara PESAT tergolong sangat tinggi dibandingkan dengan suhu ideal pemeliharaan sapi perah jenis FH 15-24 °C (Yani dan Purwanto, 2006). Kelembaban (RH) merupakan kandungan uap air bebas relatif di udara. Rataan kelembaban harian di daerah tropika basah di Indonesia relatif tetap yaitu $RH > 60$ (Rivai 2013). Radiasi adalah jumlah serapan gelombang panas dari matahari. Radiasi matahari mempengaruhi suhu dan kelembaban. Kecepatan angin merupakan pergerakan udara berdasarkan perbedaan tekanan, udara mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Curah hujan merupakan jumlah presipitasi air pada luasan di wilayah tertentu dan merupakan akumulasi efek dari unsur cuaca lainnya. Curah hujan PESAT tergolong sangat rendah yaitu 117.43 mm pertahun. Menurut Rivai (2013), daerah tropika basah curah hujan dapat melebihi 4000 mm pertahun.

Tabel 1. Data Produksi Susu Sapi Perah dan Lingkungan Mikroklimat PESAT KPC

Bulan	Susu (l)	Suhu (°C)	RH (%)	Hujan (mm)	Angin (cm/s)	Radiasi (W)
Jan-16	66.29	27.97	74.67	0.07	133.81	189.97
Feb-16	80.86	28.23	73.33	0.13	139.64	200.75
Mar-16	46.33	28.50	74.82	0.10	139.79	193.41
Apr-16	76.50	28.59	74.98	0.07	142.87	200.80
May-16	162.13	28.45	79.05	0.15	132.65	193.49
Jun-16	93.90	27.11	83.16	0.19	128.81	155.66
Jul-16	83.40	27.17	82.86	0.20	128.35	160.51
Aug-16	75.73	27.42	82.79	0.20	119.48	178.04
Sep-16	124.25	26.75	85.53	0.18	134.35	164.31
Oct-16	123.39	26.77	86.86	0.23	133.51	151.94
Nov-16	122.48	27.02	88.41	0.27	123.51	150.58
Dec-16	128.82	26.64	86.08	0.36	119.31	161.01

Jan-17	160.46	26.53	85.97	0.21	123.82	160.86
Feb-17	212.98	26.85	82.68	0.46	130.97	184.21
Mar-17	153.74	26.63	83.64	0.60	132.17	179.42
Apr-17	183.59	27.05	84.25	0.20	129.07	172.52
May-17	159.71	27.72	82.98	0.10	12.69	186.94
Rataan	120.86	27.38	81.89	0.22	123.81	175.55

Interaksi Mikroklimat dan Produksi Susu

Hubungan antara unsur mikroklimat terhadap produksi susu disajikan pada Tabel 2. Produksi susu memiliki hubungan sedang dengan kondisi mikroklimat kecuali radiasi. Hubungan produksi susu bersifat negatif pada suhu dan kecepatan angin. Suhu memiliki hubungan yang kuat dengan RH, curah hujan, dan radiasi. Suhu memiliki hubungan negatif dengan RH dan curah hujan. RH memiliki hubungan yang kuat negatif dengan suhu dan radiasi, serta hubungan lemah dengan curah hujan. Kecepatan angin tidak memiliki hubungan pada unsur mikroklimat lainnya. Curah hujan memiliki hubungan yang sedang dengan suhu bersifat negatif dan RH bersifat positif. Radiasi memiliki hubungan dengan suhu positif sangat kuat dan RH negatif sangat kuat.

Tabel 2. Matrik Koefisien Korelasi Mikroklimat dan Produksi Susu PESAT KPC

Variabel	Susu	Suhu	Rh	Hujan	Angin
Susu					
Suhu	-0.55**				
Rh	0.58**	-0.88**			
Hujan	0.48*	-0.62**	0.45*		
Angin	-0.42*	0.21 ^{ns}	-0.35 ^{ns}	0.15 ^{ns}	
Radiasi	-0.29 ^{ns}	0.81**	-0.87**	-0.23 ^{ns}	0.30 ^{ns}

Ket : ** berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$), * berpengaruh nyata ($P < 0.05$), ^{ns} tidak berpengaruh ($P > 0.05$)

Berdasarkan hasil analisis regresi berganda, suhu, RH, curah hujan, kecepatan angin, dan radiasi tidak berpengaruh terhadap produksi susu ($P > 0.05$). Namun secara bersama-sama unsur mikroklimat berpengaruh terhadap produksi susu ($P < 0.05$). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.633. Hal ini menunjukkan bahwa semua unsur mikroklimat mempengaruhi produksi susu sebesar 63.3%. Tingkat keragaman mikroklimat mampu menjelaskan 63.3% dari keragaman produksi susu. Hubungan mikroklimat sangat kuat positif terhadap produksi susu sebesar 0.796.

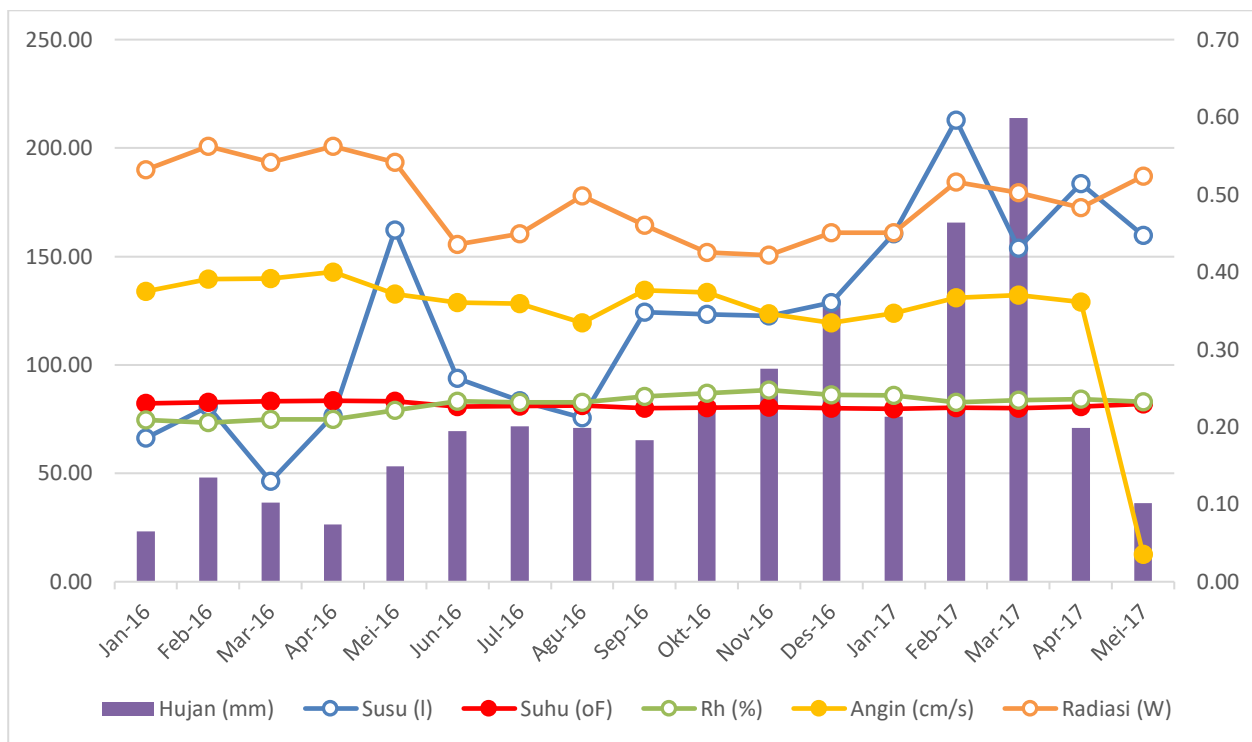
Pengaruh mikroklimat terhadap produksi susu sapi mengikuti persamaan:

$$\text{Produksi Susu} = -226.079 - 25.317 \times \text{Suhu} + 8.699 \times \text{RH} + 34.732 \times \text{Curah Hujan} - 37.575 \times \text{Kecepatan Angin} + 2.327 \times \text{Radiasi Matahari}.$$

Berdasarkan Gambar 2, peningkatan nilai RH, curah hujan, dan radiasi akan meningkatkan produksi susu sapi. Penurunan nilai suhu dan kecepatan angin akan meningkatkan produksi susu.

Hubungan radiasi matahari, suhu dan RH, lamanya radiasi penyinaran matahari akan meningkatkan suhu udara di Bumi. Peningkatan suhu udara dan radiasi matahari, akan meningkatkan proses penguapan air. Peningkatan suhu akan mengganggu proses fisiologis pada ternak sapi perah. Sapi akan berusaha mengatur panas tubuh dengan banyak minum dan mengurangi konsumsi. Kondisi RH tinggi akan menurunkan laju penguapan panas dalam tubuh

sapi, sehingga panas yang dihasilkan akan tersimpan dalam tubuh. Peningkatan suhu dan kelembaban mengakibatkan sapi mengalami cekaman panas.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Lingkungan Mikroklimat terhadap Produktifitas Susu (l) Sapi Perah PESAT KPC

Cekaman panas terjadi bila indeks suhu kelembaban (THI) > 72 (Divyalakshmi *et al.* 2017), rata-rata THI lingkungan PESAT 78.9. Berdasarkan THI, sapi perah mengalami cekaman panas ringan. Hal ini dalam kondisi suhu rata-rata satu hari di siang dan malam hari. Namun, saat siang hari suhu lingkungan PESAT meningkat, sehingga sapi perah akan mengalami cekaman panas sedang hingga berat. Selain itu, cekaman panas akan meningkat saat sapi dalam masa laktasi (Hansen and Fuquay 2011). Cekaman panas memiliki efek yang sangat negatif pada produktifitas sapi perah. Cekaman panas yang terus berlangsung berdampak pada peningkatan konsumsi air minum, penurunan produksi susu, peningkatan volume urin, dan penurunan konsumsi pakan (Yani dan Purwanto 2016). Sapi yang mengalami cekaman panas dapat terkena acidosis (Staples and Thatcher 2011).

Manipulasi Mikroklimat

Kondisi lingkungan mikroklimat pada peternakan sapi perah dapat dilakukan dengan modifikasi beberapa hal. Fungsi modifikasi adalah untuk mengurangi cekaman panas akibat suhu, RH, dan radiasi. Namun, usaha ini membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Mijic *et al.* (2014) menyatakan bahwa, peternakan sapi modern dilengkapi dengan pendingin tambahan berupa kipas angin, namun hal ini belum cukup untuk mengurangi cekaman panas, sehingga dapat ditambahkan dengan *water sprinkler* untuk menurunkan suhu udara dan RH serta mencegah penurunan produksi susu. Chen *et al.* (2016) menyatakan bahwa, sapi yang mendapatkan akses *water sprinkler* memiliki produksi susu yang lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang tidak mendapatkan akses *sprinkler*. Roland *et al.* (2016) menyatakan bahwa, pengurangan cekaman panas dapat dicapai dengan perubahan kandang dan naungan, penyediaan ventilasi dengan udara segar dapat mengurangi gangguan respirasi pada sapi. Hansen and Fuquay (2011) menyatakan bahwa, strategi untuk mengurangi efek cekaman panas dapat menyediakan naungan, *sprinkler*, dan kipas dalam kandang. Rong *et al.* (2015) menyatakan bahwa, tanaman

kanopi mampu mengurangi kecepatan angin. Yani dan Purwanto (2016) menyatakan bahwa, modifikasi lingkungan mikro dapat dilakukan dengan pemberian naungan berupa atap kandang dengan ketinggian yang tepat, pemberian shelter, pemberian air minum dingin, pemasangan kipas, pengabutan dengan sprinkler, dan penggunaan isolator pada atap.

4 KESIMPULAN

Penurunan suhu, kecepatan angin, dan Peningkatan RH, Curah Hujan, dan Radiasi matahari akan meningkatkan produktifitas susu sapi. Manipulasi iklim mikro dapat dilakukan, namun akan membutuhkan biaya investasi yang sangat besar.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggara atas kerjasama dari PMD CAD CE KPC, Dept. Enviro KPC, Yayasan Sangatta Baru, dan PESAT.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, J. M., K. E. Schütz, and C. B. Tucker. 2016. Cooling cows efficiently with water spray: Behavioral, physiological, and production responses to sprinklers at the feed bunk. *J. Dairy Sci.* 99(6):4607–4618. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10714>.
- Collier, R. J., Y. Xiao, and D. E. Bauman. 2017. Nutrients in dairy and their implications on health and disease. *academic pr.* (3-17). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00001-2>.
- Dematawewa, C. M. B., R. E. Pearson, and P. M. Van Raden. 2007. Modeling extended lactations of Holstein. *J. dairy Sci.* 90: 3924-3936.
- Divyalakshmi, D., N Kumaravelu, R. B Masilamoni, S. Sundaram, S. M. Vanan, and T. Thamil, 2017. Assessment of microclimate and gaseous pollutants in dairy and pig sheds in an organised farm. *India J Anim Sci.* 87(6):757.
- Hansen, P. J. and J.W. Fuquay. 2011. Stress in Dairy Animals—Heat Stress: Effects on Reproduction. Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): 567-574. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21425-X>.
- Lestari, D. A., L. Abdullah, and Despal. 2015. Comparative study of milk production and feed efficiency based on farmers best practices and national research council. *Met Pet.* 38(2): 110-117.
- Mellado, M., J.M.Flores, A.de Santiago, F.G.Veliz, U.Macías-Cruz, L .Avendaño-Reyes, and J.E.García. 2016. *Lives Sci.* 189: 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.05.004>
- Mijic, P., T. Bobic, G. Vuckovic, M. Baban, and V. Gantner. 2014. Influence of Microclimate in a Barn on Dairy Cows' Welfare and Production. International Symposium on Animal. www.livestocksym.com
- Nugroho, H. D., I. G. Permana, and Despal. 2015. Utilization of bioslurry on maize hydroponic fodder as a corn silage supplement on nutrient digestibility and milk production of dairy cows. *Med Pet.* 33(1): 70-76.
- Rivai, D. A. 2013. Unsur-unsur Cuaca. BMKG, Stasiun Meteorologi Pangkalpinang Bangka. Available at: <http://www.fisikanet.lipi.go.id>: Accessed 31 November 2017.
- Roland L., M.Drillich, D.Klein-Jöbstl, and M.Iwersen. 2016. *Invited review:* Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *J. Dairy Sci.* 99(4):2438-2452. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9901>.
- Rong, L., D. Liu, E. F. Pedersen, and G. Zhang. 2014. Effect of climate parameters on air exchange rate and ammonia and methane emissions from a hybrid ventilated dairy cow

building. Energy and Buildings. 82:632-643.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.089>.

Staples, C.R. and W.W. Thatcher. 2011. Heat stress: effects on milk production and composition. Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): 561-566. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21237-7>.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1997. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, New York.

Yani, A. dan B. P. Purwanto. 2006. Pengaruh iklim mikro terhadap respon fisiologis sapi peranakan fries Holland dan modifikasi lingkungan untuk meningkatkan produktivitasnya (ulasan). Met Pet. 29 (1):35-46.