

KEGIATAN BELAJAR 3 & 4 : PENGARUH IKLIM TERHADAP PETERNAKAN AYAM PETELUR

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Singkat

Indonesia mempunyai karakteristik khusus, baik dilihat dari posisi, maupun keberadaanya, sehingga mempunyai karakteristik iklim yang spesifik. Di Indonesia terdapat tiga jenis iklim yang mempengaruhi iklim di Indonesia, yaitu **iklim musim (muson)**, **iklim tropica (iklim panas)**, dan **iklim laut**.

Iklim muson sangat dipengaruhi oleh angin musiman yang berubah-ubah setiap periode tertentu. Iklim musim terdiri dari 2 jenis, yaitu Angin musim barat daya (Muson Barat) dan Angin musim timur laut (Muson Timur). Angin Muson Barat bertiup sekitar bulan Oktober hingga April yang basah sehingga membawa musim hujan/penghujan. Angin Muson Timur bertiup sekitar bulan April hingga bulan Oktober yang sifatnya kering dan mengakibatkan wilayah Indonesia mengalami musim kering/kemarau. Berdasarkan letaknya, wilayah Indonesia berada di sekitar garis khatulistiwa, sehingga otomatis mengalami **iklim tropis** yang bersifat panas dan hanya memiliki dua musim yaitu **musim kemarau dan musim hujan**. Indonesia juga memiliki **iklim laut**, karena merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak wilayah laut mengakibatkan penguapan air laut menjadi udara yang lembab dan curah hujan yang tinggi.

Perubahan iklim diawali dengan adanya fluktuasi kondisi cuaca, yang meliputi curah hujan, suhu dan kelembaban. Faktor cuaca yang paling dominan adalah fluktuasi suhu dan kelembaban harian, yang menyebabkan kondisi makro (lingkungan ternak) dan kondisi mikro (tubuh ternak) mengalami daya adaptasi yang sangat berat.

Produksi ternak, termasuk ayam petelur adalah interaksi antara hereditas dengan lingkungan sekitar atau “antara lingkungan di dalam tubuh” dengan “lingkungan di luar tubuh”. Pada hakekatnya lingkungan di dalam tubuh adalah proses fisiologis yang secara fungsional dikendalikan oleh potensi genetik yang mengadakan respon terhadap lingkungan. Ayam petelur sangat sensitif terhadap lingkungan (iklim, makanan dan manajemen), yang secara keseluruhan berpengaruh terhadap tingkat dan kualitas produksi.

B. Petunjuk Belajar

Mahasiswa diharapkan dapat mempelajari modul serta mencari dan menelaah pustaka yang berhubungan dengan materi, kemudian dapat menambahkan pendapat yang berhubungan dengan materi di atas di kolom diskusi.

INTI

A. Capaian Pembelajaran :

Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang pengaruh iklim terhadap cekaman panas (heat stress) pada unggas dan efek gas rumah kaca (GRK), terutama emisi CO₂ terhadap kesehatan unggas. Mahasiswa selanjutnya mampu menjelaskan strategi penanggulangan pengaruh iklim untuk perbaikan performance unggas.

B. Pokok-pokok materi :

1. Pengaruh iklim terhadap efek cekaman suhu pada unggas (heat stress)
2. Efek Gas Rumah Kaca (GRK) terhadap kesehatan unggas
3. Strategi penanggulangan pengaruh iklim untuk perbaikan performance unggas
4. Gerak semu matahari dan pengaruhnya terhadap lingkungan kandang
5. Perhitungan Heat index dan pengaruhnya terhadap ayam
6. Data dan mapping kondisi cuaca untuk analisa performance
7. Air sebagai kebutuhan dasar ternak

C. Uraian Materi :

1. Pengaruh Iklim terhadap Cekaman Suhu pada Unggas (Heat Stress)

Salah satu ciri iklim tropis adalah terdapat dua musim utama sepanjang tahun, yakni musim hujan dan musim kemarau, matahari bersinar sepanjang tahunnya, oleh karena itu intensitas matahari cukup besar di wilayah Indonesia. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak wilayah laut mengakibatkan penguapan air laut menjadi udara yang lembab dan curah hujan yang tinggi.

Suhu lingkungan pada siang hari berkisar 28,8-36,9°C, pada malam hari 18,4-24,2°C diikuti kelembaban yang tinggi antara 55,3-85,8% (BPS, 2009), kondisi ini tidak optimal untuk peternakan ayam, karena suhu ideal ayam adalah 14-22°C (Tabbu, 2002). Ayam

bersifat homeotermik, kemampuan mendisipasi panas menurun saat temperatur lingkungan meningkat. Selain suhu, kelembaban udara (kadar air terikat di dalam udara) juga akan mempengaruhi suhu yang dirasakan ayam. Hal ini disebabkan pengeluaran panas tubuh ayam (evaporasi) dilakukan melalui *panting*. Temperatur dan kelembaban udara yang tinggi menyebabkan cekaman yang lebih parah daripada temperatur tinggi namun kelembaban rendah. *Panting* membutuhkan energi untuk aktivitas otot organ pernafasan, *panting* yang cepat dan berat akibat temperatur ekstrim dapat meningkatkan frekuensi pernafasan hingga 10 kali lipat.

Dalam rangka homeostasis, terdapat 5 mekanisme tubuh ayam untuk melepaskan panas tubuh yang berlebihan, yaitu: (1) **Radiasi** panas dari ayam ke lingkungan terjadi akibat perbedaan temperatur permukaan tubuh dan temperatur udara sekitarnya. (2) **Konveksi** terjadi melalui aliran udara dari jengger, pial, wajah, kaki, jari-jari, leher, tubuh dan sayap. (3) **Konduksi** terjadi dengan menyalurkan panas dari tubuh ke permukaan benda, misalnya litter, lantai atau dinding kandang (Hilman *et al.*, 1985). (4) **Evaporasi** (penguapan): perpindahan panas karena adanya penguapan dari bagian tubuh ayam. (5) **Faecal Excreta** (buang panas melalui kotoran): perpindahan panas melalui kotoran yang lebih basah karena banyak minum. Evaporasi dan *Faecal Excreta* sangat penting bertanggung jawab atas kejadian **dehidrasi** pada ayam penderita heat stress.

Stres panas pada ayam akan menurunkan tampilan produksi, hal ini berkaitan dengan adanya perubahan-perubahan fisiologik dan biokimiawi dalam tubuh ayam selama stres panas tersebut. Pada ayam broiler akan menurunkan konsumsi, efisiensi dan penambahan bobot badan harian, sedangkan pada ayam petelur dapat menyebabkan penurunan produksi telur, berat dan ukuran telur serta kualitas kerabang, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan konversi pakan yang merugikan secara ekonomis.

Penurunan produksi akibat *panting* berkaitan dengan berkurangnya kadar CO₂ dalam darah, sehingga terjadi gangguan keseimbangan asam-basa dan darah bersifat alkalosis. Kondisi ini menghambat pengikatan oksigen oleh eritrosit (oksihemoglobin), sehingga terjadi defisiensi oksigen sebagai bahan bakar dalam metabolisme zat gizi. Dampak lanjut adalah terjadi penurunan produksi (pertumbuhan dan produksi telur), disebabkan oleh berkurangnya retensi nitrogen, penurunan daya cerna protein dan beberapa asam amino (Tabiri *et al.*, 2000).

Selain menurunkan produktivitas ayam, kejadian *heat stress* dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh (bersifat immunosupresif) sehingga ayam rentan terhadap serangan berbagai macam penyakit. Hal ini terjadi karena turunnya jumlah serta aktivitas dari leukosit (sel darah putih yang berfungsi melawan bibit penyakit) secara signifikan.

Efek lanjut akibat kondisi sistem pertahanan tubuh ayam yang rendah, yaitu apabila terpapar oleh udara yang berdebu maka ayam akan dengan cepat terjangkit penyakit, misalnya colibacillosis. Perlu diketahui bahwa bakteri *E. coli* ada di mana-mana, termasuk pada udara berdebu saat musim kemarau, dalam setiap gram debu bisa terkandung 10^5 koloni bakteri *E.coli*. Bakteri ini juga sering menyebabkan infeksi sekunder pada penyakit pernapasan unggas.

Ketika stres terjadi pada ayam secara kronis, maka ayam akan langsung memberikan respon fisiologis. Secara hormonal, kelenjar adrenal akan memproduksi banyak hormon ACTH (*adreno-corticotropic hormone*) sehingga kadarnya meningkat tajam dalam darah. Kadar kolesterol, asam askorbat (vitamin C) dan produksi antibodi juga akan menurun (Widodo dan Rahayu, 2016).

Aktifitas kelenjar thyroid sangat sensitif terhadap perubahan temperature lingkungan, semakin tinggi temperature lingkungan, semakin rendah aktifitas kelenjar thyroid. Temperatur yang tinggi menekan sekresi *Thyroid Releazing Hormone* (TRH) dari hipotalamus, sehingga menghambat sekresi *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) dari hipofisis, akibatnya terjadi penghambatan sekresi hormone thyroxin dari kelenjar thyroid. Terdapat korelasi positif antara sekresi hormone thyroxin dengan pertumbuhan, thyroxin digunakan sebagai indikator dalam proses pertumbuhan. Menurut beberapa teori, hormon thyroxin mempengaruhi enzim-enzim yang berhubungan dengan proses metabolisme makanan dan interaksi antara ion-ion logam yang berperan sebagai kofaktor enzim.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *heat stress* selama 8-14 hari, 30-42 hari dan 43-56 hari, secara berturut-turut menurunkan produksi telur sebesar 13,2%; 26,4%; dan 57% (Farnell et al, 2001). *Heat stress* juga menurunkan berat telur (3,41%) dan produksi telur (36,4%) (Star et al., 2009), ketebalan kerabang (1,2%) dan berat kerabang (9,93%) (Lin et al., 2005). *Heat stress* selama 5 minggu telah menurunkan produksi telur (28,8%), konsumsi pakan (34,7%) dan berat badan ayam petelur (19,3%) (Mashaly et al., 2004). Penurunan berat telur disebabkan penurunan *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) dan vitellogenin

yang merupakan faktor penting untuk sintesis kuning telur, dengan demikian secara praktis kuning telur berkurang berat dan ukurannya. Penurunan ketebalan kerabang telur sebagai akibat tingginya *pH* darah yang mengakibatkan menurunnya jumlah ionisasi Kalsium pada darah, ionisasi Kalsium sangat penting untuk pembentukan kerabang telur.

2. Efek gas rumah kaca (emisi CO₂) terhadap kesehatan unggas.

Pemanasan global adalah proses naiknya suhu rata-rata atmosfer, laut serta daratan bumi. Meningkatnya suhu tersebut menyebabkan bumi yang terasa lebih panas, terutama pada siang hari. Kenaikan suhu bumi dimungkinkan karena peningkatan produksi gas rumah kaca (GRK) akibat kegiatan manusia, yang konsentrasinya melebihi kemampuan lingkungan mendaur ulang. Peningkatan emisi gas CO₂, CH₄ dan N₂O di atmosfer menyebabkan berbagai masalah antara lain terjadinya perubahan sifat iklim yang berdampak pada perubahan cuaca (Adhi, 2010).

Konsentrasi CO₂ di atmosfer pada masa pra industri sebesar 278 ppm, sedangkan pada tahun 2005, sebesar 379 ppm, dan menyebabkan temperatur global naik sebesar 0,74°C (Samiaji, 2011). Dampak dari meningkatnya CO₂ di atmosfer antara lain meningkatnya suhu permukaan bumi, naiknya permukaan air laut, anomali iklim, timbulnya berbagai penyakit pada manusia dan hewan (Pratama, 2019).

3. Strategi Penanggulangan Pengaruh Iklim untuk Perbaikan Performance Ayam Petelur

Untuk mengatasi pengaruh iklim yang tidak dapat dikontrol, maka salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan manipulasi iklim mikro melalui rasionalisasi perkandangan. Menurut Austic dan Nesheim (1990), dalam pembuatannya kandang harus ditinjau dari tiga sudut pandang: (1) Sebagai problem biologi, (2) sebagai problem teknik (3) sebagai problem ekonomi.

Peternak harus mengetahui kondisi suhu, kelembaban dan pergerakan udara yang ideal untuk produksi telur dan laju pertumbuhan yang maksimum. Demikian juga konstruksi kandang yang baik agar kondisi di atas dapat dikontrol pada suatu flock dengan jumlah ayam tertentu, batas maksimum atau minimum masing-masing faktor tanpa mempengaruhi produksi secara berarti, serta biaya konstruksi kandang haruslah dalam batas kewajaran (Austic dan Nesheim, 1990).

Berdasarkan pada segi konstruksi, manipulasi perbaikan kandang haruslah memperhatikan lokasi, lebar kandang, bahan dan sistem atap yang digunakan, tipe dan susunan cage, penyinaran dan ventilasi dalam kandang. Lebar kandang hendaknya 4-8 m dengan bagian samping yang terbuka dan panjang dapat disesuaikan. Pembatasan lebar 4-8 m dimaksudkan agar aerasi dan pertukaran udara dalam kandang menjadi lancar. Kandang yang terlalu lebar akan menyebabkan pertukaran O₂, CO₂ dan amoniak (yang tidak boleh lebih dari 25 ppm) akan menjadi sukar (Abbas, 1992).

Jumlah penyusunan cage dalam kandang tidak boleh melebihi tiga tingkat, karena menyebabkan aerasi akan menjadi jelek..Sistem ventilasi penting diperhatikan, agar aliran udara bertambah selama periode panas, sehingga suhu dalam kandang menjadi berkurang.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah atap kandang hendaklah dibuat dengan sistem monitor, sebab panas dalam kandang dapat keluar melalui monitornya. Sehubungan dengan daya refleksi, bahan kandang hendaklah menggunakan bahan-bahan yang mampu memantulkan panas sebanyak mungkin. Untuk itu cat/pengapuran putih serta digunakannya atap asbes, genteng atau rumbia lebih baik dari pada atap seng yang sekarang ini banyak digunakan oleh peternak (Abbas, 1992).

Selain manipulasi iklim mikro, dapat juga dilakukan perbaikan manajemen pada saat lonjakan suhu tinggi. Penyesuaian dan perbaikan manajemen pada suhu lingkungan tinggi juga perlu mendapat perhatian, terutama menyangkut program vaksinasi, debeaking, litter, pemungutan telur, perbaikan kualitas air minum dengan selalu menyediakan air yang segar, pembuangan kotoran agar kadar amoniak tidak naik dan penambahan Ca dan P ekstra.

Manajemen berikut bisa menjadi langkah-langkah perbaikan mengatasi heat stress pada ayam :

- Pemberian pakan basah (*wet feeding*), sehingga pakan mudah dicerna dan diserap.
- Memberi 1/3 ransum pada pagi hari, kemudian 2/3 ransum pada waktu menjelang sore, dan memberikan ransum tambahan yang mengandung suplemen kalsium atau mineral lain yang dibutuhkan oleh ayam pada malam hari.
- Minum air dingin (20 -24 °C) terbukti menurunkan kecepatan respirasi hingga 60%
- Pemberian larutan glukose 4% akan memperbaiki viskositas darah dan osmolalitas plasma

- Penambahan *acidifier* berupa asam organik (asam sitrat atau asam laktat) dalam ransum basah bisa meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, terutama protein. Pemberian air jeruk nipis pada level 0,4% dan 0,8% mampu meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dan mengurangi *Salmonella sp*, menurunkan pH usus ($5,54 \pm 0,19$).
- Penambahan vitamin C dalam air minum dapat menurunkan suhu rektal dan frekuensi *panting*. Dosis vitamin C : 200 ppm/kg pakan mampu menghasilkan performans ayam yang lebih baik selama heat stress
- Terapi elektrolit KCl dan Bikarbonat, akan meningkatkan ion K^+ dan Ca^{2+} serta CO_2 dalam plasma. Kebutuhan ideal ion-ion saat heat stress adalah KCl (1,5%) dan $NaHCO_3$ (0,5%).
- Tidak melakukan vaksinasi, potong paruh (*debeaking*) atau perlakuan lain pada saat suhu lingkungan tinggi, karena hal ini dapat lebih memperparah kondisi *heat stress*. Kegiatan seperti di atas dapat dilakukan saat cuaca dingin atau malam hari.

4. Gerak semu matahari dan pengaruhnya terhadap lingkungan kandang

Rotasi bumi yang tidak tepat 90 derajat terhadap revolusi bumi terhadap matahari menyebabkan adanya gerak semu matahari. Hal ini menyebabkan matahari tidak selalu tepat bergerak persis di atas garis katulistiwa. Hal ini menyebabkan perbedaan posisi matahari pada tiap bulannya. Hal ini juga yang menyebabkan perbedaan musim di Indonesia. Hal itu juga yang menyebabkan arah hadap kandang menjadi penting untuk diperhatikan, karena arah hadap yang kurang tepat akan menimbulkan kondisi yang kurang nyaman pada ayam. Kondisi itu pula yang menyebabkan manajemen budidaya ternak unggas menjadi tidak sama dan harus menyesuaikan di tiap – tiap bulannya.

Kebiasaan peternak yang menyamakan manajemen budidaya tiap bulannya saat ini masih menjadi penyebab sehingga belum stabilnya performans.

5. Perhitungan Heat index dan pengaruhnya terhadap ayam

Ayam broiler dan ayam layer yang notabene ayam ras bukanlah ayam yang berasal dari lokal Indonesia, sehingga memiliki rentang kebutuhan kondisi ideal yang tidak sama dengan kondisi di Indonesia. Untuk itu suhu dan kelembaban sangat penting untuk disesuaikan. Selanjutnya heat index akan menjadi parameter kenyamanan ayam di dalam kandang.

Heat index dihitung dengan dua komponen penting yaitu suhu dan kelembaban. Dengan kondisi geografis Indonesia yang berada di garis katulistiwa dan negara kepulauan maka factor kelembaban menjadi factor yang lebih penting untuk disiasati. Untuk Sistem closed house akan lebih mudah dalam menyiasati kondisi tersebut namun dengan masih banyaknya kandang terbuka di Indonesia maka pemahaman tentang heat index akan menjadi sangat vital.

6. Data dan maping kondisi cuaca untuk analisa performance

Besarnya pengaruh cuaca terhadap performance produksi suatu farm menyebabkan perlunya untuk membuat maping karakter cuaca untuk masing – masing area. Secara umum cuaca akan bersiklus setiap tahunnya. Anomali akan terjadi menyesuaikan kondisi global. Pencatatan sangat penting untuk bisa mengetahui kondisi cuaca bulanan actual yang sudah terjadi. Ditambah info dari lembaga info cuaca seperti BMKG menjadi bekal yang sangat baik untukantisipasi di dalam farm. Selanjutnya data pola cuaca tersebut juga bisa digunakan untuk menganalisa keberhasilan performance produksi yang terjadi.

7. Air sebagai kebutuhan kebutuhan dasar ternak

Air adalah kebutuhan dasar bagi semua mahluk hidup tidak terkecuali ternak unggas. Apalagi dengan strain ayam modern seperti sekarang yang sangat dipacu performans produksinya. Kualitas air harus diperhatikan karena menyangkut performans produksi yang akan didapat.

Kondisi musim yang berganti setiap tahun ternyata juga mempengaruhi kualitas air yang didapat. Untuk itu pembuatan sumber air untuk farm baru yang akan dibangun dan treatment air untuk kandang lama yang sudah berdiri, menjadi sangat penting. Pengecekan kualitas air pun harus dijalankan secara berkala untuk memantau kualitas air, baik pada sumber air, tandon maupun pada tempat minum.

Pembersihan instalasi air minum juga tidak bisa diremehkan terutama pada tempat – tempat yang sulit dibersihkan. Saat setelah afkir pada ayam layer dan saat setelah panen pada ayam broiler adalah saat yang paling tepat untuk pembersihan semua instalasi air minum secara total, sehingga periode selanjutnya bisa berproduksi secara maksimal.

D. Forum Diskusi

1. Apakah definisi suhu dan kelembaban dan apa pengaruhnya terhadap ayam

2. Bagaimana kualitas air minum yang baik
3. Bagaimana cara ayam merespon panas
4. Apakah pengaruh kadar amoniak yang tinggi terhadap ayam
5. Apa yang dimaksud density atau kepadatan kandang dan apa hubungannya dengan cuaca

PENUTUP

A. Rangkuman

Di musim kemarau, saat siang hari suhu lingkungan akan mencapai titik tertinggi dan kelembaban udara akan berada pada titik terendah (udaranya kering). Kondisi ini dirasakan ayam sebagai kondisi yang tidak nyaman sehingga ayam mengalami *heat stress*. Stres panas (*heat stress*) adalah sebuah gangguan stres yang terjadi akibat kondisi suhu udara lingkungan melebihi suhu normal, sehingga ayam tidak mampu untuk menyeimbangkan antara produksi dan pembuangan panas tubuhnya. *Heat stress* relatif mudah terjadi pada ayam karena suhu tubuhnya tidak dipengaruhi suhu lingkungan (homeothermik). Selain itu, tubuh ayam tidak dilengkapi dengan kelenjar keringat yang diperlukan untuk mengeluarkan panas tubuh. Efek GRK memperberat kondisi heat stress, dengan konsentrasi CO₂ yang meningkat di atmosfer akan meningkatkan suhu lingkungan.

Heat stress menyebabkan gangguan hormonal, meningkatkan kadar *adrenocorticotrophic hormone* (ACTH) dari hipofisis, sehingga meningkatkan glukokortikoid dan kortikosteron, yang berlanjut terhadap penurunan kadar vitamin C dan sistem kekebalan tubuh, yang berakibat ayam mudah terinfeksi *Escherichia coli* (Kolibasilosis).

Heat stress juga menekan *Thyroid Releazing Hormone* (TRH) dari hipotalamus, sehingga menghambat sekresi *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) dari hipofisis, akibatnya terjadi penghambatan sekresi hormone thyroxin yang berefek pada penghambatan pertumbuhan. Penurunan kadar CO₂ dalam darah ayam penderita heat stress, menyebabkan darah bersifat alkalosis, kondisi ini mengurangi kapasitas pengikatan oksigen oleh darah (oksihemoglobin), sehingga mengganggu proses metabolisme. Dampak selanjutnya adalah terjadi penurunan nilai biologis protein dan retensi nitrogen, yang berdampak pada rendahnya pertumbuhan dan produktivitas.

Strategi untuk mengatasi pengaruh iklim yang tidak terkontrol yang menyebabkan heat stress pada ayam petelur adalah melakukan manipulasi iklim mikro melalui rasionalisasi perkandangan, selain itu juga perbaikan manajemen, terutama menyangkut program

vaksinasi, debeaking, litter, pemungutan telur, perbaikan kualitas air minum dengan selalu menyediakan air yang segar, pembuangan kotoran untuk menekan kadar amoniak dan penambahan vitamin C, cairan elektrolit yang mengandung KCl dan NaHCO₃.

B. Tes Formatif

1. Jelaskan pengaruh heat stress terhadap performance ayam petelur
2. Jelaskan mekanisme pelepasan panas dari tubuh ayam ke lingkungan
3. Jelaskan mekanisme *panting* bisa mempengaruhi kualitas kerabang
4. Jelaskan strategi mengatasi heat stress melalui rasionalisasi perkandangan
5. Jelaskan mekanisme heat stress pada ayam bisa menurunkan kekebalan.
6. Langkah-langkah manajemen apa saja yang bisa dilakukan untuk mengatasi heat stress.
7. Hal apakah yang menyebabkan perubahan suhu tiap tahunnya
8. Sebutkan syarat – syarat air bawah tanah yang baik untuk sebuah farm
9. Sebutkan macam – macam treatment air minum
10. Bagaimanakah cara menurunkan kelembaban relative

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2021. [Upaya Menangani Heat Stress pada Broiler - PT Medion Ardhika Bhakti](https://www.medion.co.id/upaya-menangani-heat-stress-pada-broiler)
<https://www.medion.co.id/upaya-menangani-heat-stress-pada-broiler>.
- Abbas, M. H., 1992. Peningkatan Performans Ayam Di Daerah Tropika Melalui Manipulasi Bio Lingkungan. Pidato pengukuhan Guru Besar Ilmu Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas. 25 April 1992 di Padang.
- Austic, R.E., Nesheim, M.C. 1990. Poultry Production. Lea and Febiger. Philadelphia. USA. ISBN: 0812112415. Record Number: 19910189044.
- Adhi, R.K. Lingkungan Pertanian dan Pemanasan Global. 2010. Pros. Seminar Nasional Revitalisasi Pembangunan Lingkungan Pertanian Menghadapi Global Warming. 11 Maret 2010. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Farnell, M., Moore, R., McElroy, A., Hargis, B., & Caldwell, D. (2001). Effect of Prolonged Heat Stress in Single-Comb White Leghorn Hens on Progeny Resistance to Salmonella enteritidis Organ Invasion. *Avian Diseases*, 45(2), 479-485. Doi:10 2307/1592992
- Lin H, Zhang HF, Du R, Gu XH, Zhang ZY, Buyse J, Decuypere E. 2005. Thermoregulation Responses of Broiler Chickens to Humidity at Different Ambient Temperatures. II. Four weeks of age. *Poult Sci*. 84:1173-1178.
- Mashaly MM, Hendricks GL, Kalama MA, Gehad AE, Abbas AO, Patterson PH. 2004. Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poult Sci*. 83:889-894.
- Pratama, R. 2019. Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik* Vol. 14, No. 2, Januari 2019. ISSN: 2598–3814 (Online), ISSN: 1410–4520 (Cetak). (rizapratama11@rocketmail.com.)
- Star, L.H.R. Juul-Madsen, E. Decuypere, M.G.B. Nieuwland, G. de Vries Reilingh, H. van den Brand, B. Kemp, H.K. Parmentier. 2009. Effect Of Early Life Thermal Conditioning And Immune Challenge On Thermotolerance And Humoral Immune Competence In Adult Laying Hens, *Poultry Science*, Volume 88, Issue 11, 2009, Pages 2253-2261, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00373>.
- Samiaji, T. 2011. Gas CO₂ di Wilayah Indonesia. *Berita Dirgantara*. Vol 12. No 2. Juni 2011: 68-75. Peneliti Bidang Komposisi Atmosfir, LAPAN.
- Tabbu, C.R., 2002. Penyakit Ayam dan Penanggulangannya. Penyakit Asal Parasit, Noninfeksius dan Etiologi Kompleks. Volume 2. Cetakan ke-1. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Tabiri HY, Sato K, Takashi K, Toyomizu M, Akiba Y. 2000. Effect of Acut Heat Stress On Plasma Amino Acid Concentrations Of Broiler Chickens. Japan Poult Sci.37:86-94.

Widodo, W., dan Rahayu, I.D. 2016. Vitamin Untuk Ternak Unggas. Penerbit UMM Press. Malang.