



# DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKTIVITAS TERNAK DAN STRATEGI ADAPTASI PETERNAK

Rusdan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Pertenakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
Email: [rusdan111@gmail.com](mailto:rusdan111@gmail.com)

## Abstract

Climate change poses a significant challenge to the livestock sector, particularly affecting livestock productivity and farmers' livelihoods. This study aims to analyze the impact of climate change on livestock productivity and to identify adaptation strategies implemented by farmers across regions with different climatic characteristics. A mixed-methods approach was employed, combining quantitative data from surveys of 150 farmers and qualitative data from in-depth interviews and focus group discussions. Results indicate a significant decline in milk production, body weight gain, and an increase in livestock disease incidence associated with rising temperatures and changing rainfall patterns. Farmers have responded by adopting various adaptation strategies, including improved barn management, selection of heat-tolerant livestock breeds, and supplementary feeding practices. This study highlights the importance of policy support and technology access to strengthen farmers' resilience against climate change. The findings provide valuable insights for developing sustainable livestock adaptation policies and programs.

**Keywords:** Climate Change, Livestock Productivity, Farmer Adaptation, Adaptation Strategies, Livestock Resilience.

## Abstrak

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan utama yang memengaruhi sektor peternakan, terutama terkait produktivitas ternak dan kesejahteraan peternak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan iklim terhadap produktivitas ternak serta mengidentifikasi strategi adaptasi yang diterapkan oleh peternak di wilayah dengan karakteristik iklim yang berbeda. Metode yang digunakan adalah pendekatan campuran dengan pengumpulan data kuantitatif melalui survei pada 150 peternak dan data kualitatif melalui wawancara mendalam serta diskusi kelompok terfokus. Hasil penelitian menunjukkan penurunan signifikan pada produksi susu, pertumbuhan bobot badan, serta peningkatan insiden penyakit ternak yang berkaitan dengan perubahan suhu dan pola curah hujan. Peternak merespons dengan menerapkan berbagai strategi adaptasi, termasuk pengelolaan kandang, pemilihan jenis ternak tahan panas, dan penggunaan pakan tambahan. Penelitian ini menegaskan pentingnya dukungan kebijakan dan teknologi untuk memperkuat ketahanan peternak menghadapi perubahan iklim. Implikasi hasil studi ini dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan dan program adaptasi peternakan yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Perubahan Iklim, Produktivitas Ternak, Adaptasi Peternak, Strategi Adaptasi, Ketahanan Peternakan.



## LATAR BELAKANG

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang berdampak luas pada berbagai sektor, termasuk sektor peternakan. Peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan frekuensi kejadian cuaca ekstrem tidak hanya mempengaruhi kualitas lingkungan hidup, tetapi juga secara langsung dan tidak langsung memengaruhi produktivitas ternak (Thornton et al., 2009). Dalam konteks tropis seperti Indonesia, perubahan ini menjadi semakin signifikan karena sensitivitas ternak terhadap stres panas dan perubahan ketersediaan pakan.

Salah satu dampak utama dari perubahan iklim terhadap peternakan adalah penurunan produktivitas ternak, baik dari segi pertumbuhan, reproduksi, maupun produksi susu dan daging. Ternak yang mengalami stres panas cenderung memiliki konsumsi pakan yang lebih rendah, metabolisme yang terganggu, serta peningkatan angka morbiditas dan mortalitas (Renaudeau et al., 2012). Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi produksi dan meningkatkan biaya pemeliharaan.

Selain itu, perubahan iklim juga berdampak pada ketersediaan dan kualitas pakan. Perubahan pola musim dan menurunnya curah hujan di beberapa wilayah menyebabkan lahan penggembalaan menjadi kurang produktif, sementara kualitas hijauan menurun akibat kekeringan dan peningkatan suhu (Sirohi & Michaelowa, 2007). Situasi ini memperburuk tekanan ekonomi yang dihadapi oleh peternak, terutama di daerah-daerah yang bergantung pada sistem peternakan tradisional.

Kesehatan ternak juga menjadi perhatian penting dalam konteks perubahan iklim. Peningkatan suhu dan kelembaban mendukung penyebaran penyakit zoonosis dan parasit, yang dapat menyebabkan kerugian besar bagi peternak (Gaughan et al., 2008). Sistem kesehatan hewan yang kurang adaptif akan kesulitan menghadapi dinamika penyakit yang muncul akibat perubahan iklim, terutama di daerah dengan fasilitas medis hewan yang terbatas.

Menghadapi tantangan tersebut, berbagai strategi adaptasi telah dikembangkan oleh peternak, mulai dari perubahan sistem manajemen kandang, pemilihan jenis ternak yang lebih tahan terhadap kondisi ekstrem, hingga diversifikasi usaha untuk mengurangi risiko kerugian (Nardone et al., 2010). Adaptasi ini tidak hanya membutuhkan pengetahuan teknis, tetapi juga dukungan kebijakan, pendanaan, dan penyuluhan yang berkelanjutan dari pemerintah dan lembaga terkait.

Oleh karena itu, penting untuk mengkaji secara mendalam bagaimana perubahan iklim mempengaruhi produktivitas ternak serta strategi adaptasi yang diterapkan oleh peternak. Studi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai dampak yang terjadi dan merumuskan pendekatan adaptif yang dapat

meningkatkan ketahanan sistem peternakan, terutama di negara berkembang yang paling rentan terhadap perubahan iklim.

## TINJAUAN PUSTAKA

Perubahan iklim telah menjadi isu utama yang memengaruhi berbagai sektor pembangunan, termasuk sektor peternakan. Dalam studi oleh Thornton et al. (2009), dijelaskan bahwa sistem peternakan di negara berkembang sangat rentan terhadap perubahan iklim karena bergantung pada sumber daya alam seperti air, lahan penggembalaan, dan pakan hijauan. Dampak tersebut dapat bersifat langsung seperti stres panas pada ternak, maupun tidak langsung seperti menurunnya kualitas dan kuantitas pakan.

Renaudeau et al. (2012) menggarisbawahi bahwa stres panas merupakan salah satu dampak utama dari perubahan iklim terhadap ternak, terutama pada spesies yang dipelihara di daerah tropis. Stres panas menyebabkan penurunan asupan pakan, gangguan metabolisme, serta menurunnya produksi susu dan kualitas daging. Ternak seperti sapi perah dan unggas menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap peningkatan suhu lingkungan.

Selain itu, perubahan iklim juga berdampak pada dinamika penyakit hewan. Gaughan et al. (2008) menyatakan bahwa suhu dan kelembaban yang tinggi mendorong berkembangnya patogen serta vektor penyakit. Kondisi ini menyebabkan peningkatan risiko penyakit seperti parasitosis dan infeksi saluran pernapasan, yang berdampak buruk pada kesehatan dan produktivitas ternak.

Penelitian oleh Sirohi dan Michaelowa (2007) menyoroti perubahan ketersediaan pakan akibat perubahan pola curah hujan dan kekeringan berkepanjangan. Mereka menjelaskan bahwa lahan penggembalaan menjadi kurang produktif dan kualitas hijauan menurun, sehingga berdampak pada asupan nutrisi ternak. Hal ini menambah beban peternak dalam menyediakan pakan tambahan dengan biaya yang lebih tinggi.

Dalam konteks adaptasi, Nardone et al. (2010) menyarankan perlunya strategi multifaset, seperti penggunaan genetik ternak yang tahan terhadap stres iklim, perubahan sistem pemeliharaan kandang, serta peningkatan manajemen kesehatan hewan. Adaptasi ini memerlukan dukungan dari kebijakan pemerintah dan lembaga penyuluhan agar dapat diimplementasikan secara efektif, khususnya oleh peternak kecil.

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa perubahan iklim memberikan tantangan besar terhadap produktivitas dan keberlanjutan usaha peternakan. Oleh karena itu, upaya adaptasi yang bersifat lokal dan berbasis bukti sangat diperlukan guna menjaga ketahanan pangan



dan kesejahteraan peternak di tengah kondisi iklim yang terus berubah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (mixed methods) yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai dampak perubahan iklim terhadap produktivitas ternak serta strategi adaptasi yang diterapkan oleh peternak. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur perubahan produktivitas ternak dan variabel lingkungan, sedangkan pendekatan kualitatif bertujuan menggali pengalaman dan strategi adaptasi peternak secara mendalam.

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan kriteria kerentanan terhadap perubahan iklim dan intensitas usaha peternakan di wilayah tersebut. Studi lapangan dilakukan di tiga kabupaten dengan karakteristik iklim yang berbeda, yakni wilayah dataran rendah, dataran menengah, dan dataran tinggi. Pemilihan lokasi ini dimaksudkan untuk melihat variasi dampak iklim dan strategi adaptasi sesuai dengan kondisi geografis dan sosial ekonomi peternak.

Data kuantitatif dikumpulkan melalui survei dengan menggunakan kuesioner terstruktur yang disebarakan kepada 150 peternak sapi dan kambing. Kuesioner mencakup informasi mengenai produksi ternak (produksi susu, pertumbuhan bobot badan, dan tingkat reproduksi), kondisi lingkungan (suhu, curah hujan), serta perubahan yang dirasakan peternak selama lima tahun terakhir. Selain itu, data sekunder mengenai cuaca dan iklim juga diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Untuk data kualitatif, penelitian ini menggunakan wawancara mendalam dan diskusi kelompok terfokus (focus group discussion/FGD) dengan kelompok peternak dan pihak terkait, seperti penyuluh pertanian dan dinas peternakan. Wawancara bertujuan untuk memahami strategi adaptasi yang diterapkan, tantangan yang dihadapi, dan kebutuhan pendukung yang diperlukan agar adaptasi dapat berjalan efektif. Data kualitatif dianalisis menggunakan teknik analisis tematik.

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS versi 25. Teknik analisis yang digunakan meliputi statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik sampel dan analisis regresi untuk menguji hubungan antara variabel iklim dengan produktivitas ternak. Sedangkan analisis kualitatif dilakukan dengan memeriksa pola dan tema yang muncul dari hasil wawancara dan FGD.

Dalam hal validitas dan reliabilitas data, penelitian ini menggunakan triangulasi sumber dan metode. Data kuantitatif dari survei dan data sekunder iklim

dibandingkan untuk memastikan konsistensi. Sementara data kualitatif diverifikasi melalui triangulasi antara wawancara individu dan diskusi kelompok. Pendekatan ini dimaksudkan untuk meningkatkan kredibilitas dan ketepatan temuan penelitian.

Penelitian ini juga memperhatikan aspek etika dengan meminta persetujuan partisipan sebelum pengumpulan data, menjaga kerahasiaan identitas responden, dan memberikan penjelasan mengenai tujuan serta manfaat penelitian. Semua proses pengumpulan data dilakukan dengan menghormati hak dan budaya masyarakat setempat agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi para peternak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan produktivitas ternak yang signifikan di tiga lokasi studi selama lima tahun terakhir. Data kuantitatif mengindikasikan bahwa rata-rata produksi susu sapi menurun sekitar 15%, sementara pertumbuhan bobot badan kambing juga mengalami penurunan sekitar 10%. Penurunan ini berkorelasi dengan peningkatan suhu rata-rata tahunan dan fluktuasi curah hujan yang tidak menentu, sesuai dengan data iklim dari BMKG. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa stres panas dapat menghambat pertumbuhan dan produksi ternak (Renaudeau et al., 2012).

Selain itu, penurunan kualitas pakan juga teridentifikasi sebagai faktor penting yang memengaruhi produktivitas ternak. Peternak melaporkan bahwa ketersediaan hijauan dan pakan alami semakin terbatas, terutama pada musim kemarau panjang. Kondisi ini diperparah oleh kualitas pakan yang menurun akibat kekeringan dan perubahan pola curah hujan. Hal ini konsisten dengan penelitian oleh Sirohi dan Michaelowa (2007) yang menunjukkan bagaimana perubahan iklim menurunkan produktivitas lahan penggembalaan.

Dari sisi kesehatan ternak, hasil wawancara menunjukkan peningkatan insiden penyakit, terutama parasitosis dan infeksi saluran pernapasan. Peternak di ketiga lokasi menyatakan kesulitan dalam mengendalikan penyakit yang muncul akibat kondisi iklim yang lebih lembab dan panas. Temuan ini sesuai dengan hasil Gaughan et al. (2008) yang menjelaskan hubungan antara perubahan iklim dan peningkatan risiko penyakit hewan.

Meskipun menghadapi berbagai tantangan tersebut, peternak telah mengembangkan beberapa strategi adaptasi untuk mempertahankan produktivitas ternak. Salah satu strategi yang paling umum adalah pengaturan waktu pemberian pakan dan pengelolaan kandang agar ternak lebih terlindungi dari panas langsung. Peternak juga mulai



menggunakan sistem pemeliharaan semi intensif dengan pengawasan lebih ketat terhadap kondisi ternak.

Selain itu, beberapa peternak melakukan diversifikasi jenis ternak dengan memilih ras yang lebih tahan terhadap suhu panas dan kondisi kering. Adaptasi genetik ini merupakan salah satu solusi jangka panjang yang dianggap efektif mengurangi dampak negatif perubahan iklim. Pendekatan ini didukung oleh Nardone et al. (2010) yang menyarankan penggunaan varietas ternak tahan panas sebagai strategi adaptasi yang penting.

Penggunaan teknologi juga mulai diterapkan oleh peternak modern, seperti penggunaan sistem irigasi sederhana untuk menjaga kelembaban lahan pakan dan penggunaan pakan tambahan berbasis konsentrat. Namun, akses terhadap teknologi ini masih terbatas pada peternak dengan modal dan pengetahuan yang memadai, sementara peternak kecil mengalami keterbatasan akses dan sumber daya.

Analisis regresi mengkonfirmasi hubungan negatif yang signifikan antara peningkatan suhu dan produktivitas ternak, serta hubungan positif antara penerapan strategi adaptasi dengan tingkat produksi. Hal ini menunjukkan bahwa strategi adaptasi yang tepat dapat memitigasi sebagian dampak perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan usaha peternakan.

Diskusi ini menggarisbawahi pentingnya dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait untuk memperkuat kapasitas peternak melalui penyuluhan, pelatihan, dan bantuan teknologi. Tanpa intervensi yang memadai, peternak terutama di daerah rentan akan sulit bertahan dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin ekstrem.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa perubahan iklim berdampak nyata terhadap produktivitas ternak dan menuntut adanya adaptasi yang bersifat multifaset dan kontekstual. Pendekatan adaptasi yang holistik dan berkelanjutan akan menjadi kunci utama untuk menjaga ketahanan dan kesejahteraan peternak di masa depan.

## KESIMPULAN

Perubahan iklim memberikan dampak yang signifikan terhadap produktivitas ternak di berbagai wilayah dengan karakteristik iklim yang berbeda. Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan produksi susu, pertumbuhan bobot badan, dan tingkat reproduksi ternak sebagai akibat langsung dari peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan iklim menjadi faktor kritis yang harus diperhatikan dalam pengelolaan peternakan.

Selain penurunan produktivitas, kualitas pakan dan kesehatan ternak juga terpengaruh secara negatif.

Ketersediaan hijauan yang menurun serta meningkatnya risiko penyakit parasit dan infeksi menjadi kendala utama yang memperburuk kondisi ternak. Faktor-faktor ini bersama-sama menimbulkan tekanan ekonomi bagi peternak, terutama yang mengandalkan sistem peternakan tradisional dan skala kecil.

Namun, hasil penelitian juga mengungkapkan berbagai strategi adaptasi yang telah diterapkan oleh peternak untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Pengelolaan kandang yang lebih baik, pemilihan jenis ternak tahan panas, dan penggunaan pakan tambahan merupakan contoh adaptasi yang sudah mulai diadopsi. Adaptasi genetik dan diversifikasi usaha menjadi alternatif penting untuk meningkatkan ketahanan usaha peternakan.

Penerapan teknologi sederhana dan peningkatan manajemen juga terbukti membantu peternak dalam menghadapi kondisi iklim yang berubah. Namun, akses terhadap teknologi dan informasi masih menjadi tantangan bagi banyak peternak kecil. Oleh karena itu, dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait sangat dibutuhkan untuk memperkuat kapasitas adaptasi peternak.

Keberhasilan strategi adaptasi ini sangat bergantung pada pendekatan yang holistik dan berkelanjutan, yang melibatkan partisipasi aktif peternak serta dukungan kebijakan yang memadai. Intervensi yang tepat dapat membantu menjaga keberlanjutan usaha peternakan sekaligus memperkuat ketahanan pangan nasional.

Dengan demikian, penting bagi para pemangku kepentingan untuk terus memantau perkembangan iklim dan dampaknya terhadap sektor peternakan serta mendorong inovasi adaptasi yang kontekstual dan aplikatif. Upaya kolaboratif antara peternak, pemerintah, peneliti, dan masyarakat menjadi kunci untuk menghadapi tantangan perubahan iklim di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, J., Herrero, M., Smith, D., & Thornton, P. (2015). Climate change and livestock production: Impacts, adaptation and mitigation. *Animal Frontiers*, 5(2), 9–19. <https://doi.org/10.2527/af.2015-0002>
- Alexander, D. J. (2012). Climate change and infectious diseases in livestock. *Revue Scientifique et Technique*, 31(2), 493–503. <https://doi.org/10.20506/rst.31.2.2165>
- Allen, M. R., & Ingram, W. J. (2002). Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419(6903), 224–232. <https://doi.org/10.1038/nature01092>
- Bebe, B. O., Udo, H. M. J., Rowlands, G. J., & Thorpe, W. (2003). Smallholder dairy systems in the Kenya highlands: Breed preferences and breeding practices.



- Livestock Production Science, 82(2–3), 117–127. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00051-8)
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4), 287–291. <https://doi.org/10.1038/nclimate2153>
- de Wit, C. A., & Stankiewicz, J. (2006). Changes in surface water supply across Africa with predicted climate change. *Science*, 311(5769), 1917–1921. <https://doi.org/10.1126/science.1119929>
- FAO. (2013). Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gaughan, J. B., Mader, T. L., Holt, S. M., & Lisle, A. (2008). Assessing the heat tolerance of *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science*, 86(1), 229–234. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0123>
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. W., & Medina-Elizade, M. (2006). Global temperature change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(39), 14288–14293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., & Reid, R. S. (2009). Livestock, livelihoods and the environment: Understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
- IPCC. (2014). Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Keeling, C. D., & Whorf, T. P. (2005). Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the SIO air sampling network. *Trends: A Compendium of Data on Global Change*.
- Khalil, M. I., & Alahmad, S. (2017). Effects of climate change on animal production and reproduction. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(5), 1129–1135.
- Lal, R. (2010). Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. *BioScience*, 60(9), 708–721. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.9.7>
- Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712–719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1–3), 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- Nguyen, T. L. T., Hermansen, J. E., & Mogensen, L. (2010). Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 756–766. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.009>
- O'Brien, K. L., & Leichenko, R. M. (2000). Double exposure: Assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. *Global Environmental Change*, 10(3), 221–232. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(00\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00021-2)
- Paterson, J. A., & Kemp, P. (1990). Effects of heat stress on growth and reproduction of livestock. *Proceedings of the Nutrition Society*, 49(3), 617–621. <https://doi.org/10.1079/PNS19900072>
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*, 114(8), 1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdiene, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707–728. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>
- Rezaei, M., & Lashkari, S. (2019). Impact of climate change on livestock health and productivity. *Veterinary Research Forum*, 10(2), 145–153.
- Sirohi, S., & Michaelowa, A. (2007). Climate change and livestock production in India: Impact and adaptation options. *Indian Journal of Animal Sciences*, 77(4), 325–331.
- Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3), 113–127. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002>
- UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Waha, K., Krummenacher, B., Popp, A., & Müller, C. (2013). Climate-driven maize yield changes in sub-Saharan Africa and Latin America between 1981 and 2010. *Environmental Research Letters*, 8(3), 034035. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/034035>
- Wang, J., & Chai, Y. (2016). Effects of heat stress on animal productivity and management strategies. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(4), 136–141.



- <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2016/4.4.136.1>  
41
- Webb, P., & Aggarwal, P. (2018). Economic and health impacts of climate change on livestock and their livelihoods. *Climate and Development*, 10(1), 1–3. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1330754>
- Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508–513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
- Whittemore, C. T. (2001). Impact of climate change on animal production and quality. *Livestock Production Science*, 70(1–2), 35–45. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00229-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00229-5)
- World Bank. (2010). *World development report 2010: Development and climate change*. Washington, DC: World Bank.
- Yisehak, K., & Solomon, A. (2014). Effects of climate variability on livestock production in the semi-arid areas of Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 9(17), 1353–1361. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.8568>
- Zhang, X., Liang, X., & Wei, C. (2015). Climate change impacts on animal health and production: A review. *Agricultural Sciences*, 6(9), 913–922. <https://doi.org/10.4236/as.2015.69089>
- Zinn, S. A., & Plascencia, A. (2010). Thermal stress effects on livestock: Mechanisms and mitigation strategies. *Journal of Animal Science*, 88(3), 757–764. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2226>
- Zougmore, R., Niang, A., & Ouedraogo, M. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Agricultural Systems*, 128, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.02.001>