

Integrasi GIS untuk Analisis Kesesuaian Lahan dan Ketersediaan Air: Mendorong Potensi Peternakan Domba di Desa Bangunjaya, Pangandaran

Integrating GIS for Land Suitability and Water Availability Analysis: Advancing Sheep Farming Potential in Bangunjaya Village, Pangandaran

Muhammad Rifqi Ismiraj¹, Riza Saepul Millah², Siti Fadlina³, Witanto⁴, SonDI Kuswaryan⁵

*** Korespondensi Penulis:**

Muhammad Rifqi Ismiraj

E-mail:

m.rifqi.ismiraj@unpad.ac.id

¹Program Studi Peternakan PSDKU
Pangandaran, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran, Pangandaran

²Program Studi Manajemen Haji dan
Umrah, Sekolah Tinggi Agama Islam
Al Ruzhan, Tasikmalaya

³Program Studi Pariwisata, Fakultas
Bisnis dan Informatika, Universitas
Persatuan Islam, Bandung

⁴PT.Niscala Makmur Berkah,
Tasikmalaya, Indonesia

⁵Departemen Sosial Ekonomi
Peternakan, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran, Sumedang

Abstract

This study aimed to map and analyze land suitability and water availability for sheep farming in Bangunjaya Village, Langkaplancar District, Pangandaran Regency, using Geographic Information System (GIS) technology. The research used a superimpose method to integrate existing land cover data with the spatial plan of Pangandaran Regency for the years 2018-2032, assessing both actual and potential land suitability for sheep farming. The findings indicate that a considerable portion of Bangunjaya Village possesses the necessary topographical and soil conditions conducive to sheep farming. The analysis also reveals that these areas are supported by an adequate network of water bodies, ensuring water availability for livestock throughout the year. Furthermore, the study acknowledges the importance of proximity to road networks, which could facilitate access to markets and transportation of goods. It also highlights the critical need for sustainable agricultural practices and strategic planning to mitigate potential environmental impacts, particularly in sensitive areas. The study concludes that Bangunjaya Village holds significant potential for developing sheep farming, with favorable land and water resources. However, it emphasizes that expansion should be strongly committed to sustainable development principles to ensure long-term viability and environmental conservation.

Keywords: land suitability, water availability, GIS, sustainable agriculture, Bangunjaya Village

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan dan menganalisis kesesuaian lahan dan ketersediaan air untuk peternakan domba di Desa Bangunjaya, Distrik Langkaplancar, Kabupaten Pangandaran, dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (*Geo-Information System*/GIS). Penelitian ini menggunakan metode superimposisi untuk mengintegrasikan data tutupan lahan yang ada dengan rencana tata ruang wilayah Kabupaten Pangandaran untuk tahun 2018-2032, menilai kesesuaian lahan aktual dan potensial untuk peternakan domba. Temuan menunjukkan bahwa sebagian besar Desa Bangunjaya memiliki kondisi topografi dan tanah yang mendukung untuk peternakan domba. Selain itu area-area ini didukung oleh jaringan badan air yang memadai, menjamin ketersediaan air untuk ternak sepanjang tahun. Selain itu, penelitian ini mengakui pentingnya kedekatan dengan jaringan jalan, yang dapat memfasilitasi akses ke pasar dan transportasi barang. Studi ini juga menyoroti kebutuhan kritis untuk praktik pertanian yang berkelanjutan dan perencanaan strategis untuk mengurangi dampak lingkungan yang potensial, terutama di area sensitif. Kesimpulan dari studi ini adalah Desa Bangunjaya memiliki potensi yang signifikan untuk mengembangkan peternakan domba, didukung oleh sumber daya lahan dan air yang menguntungkan. Namun, penekanannya adalah bahwa ekspansi harus berlanjut dengan komitmen kuat terhadap prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang dan konservasi lingkungan.

Kata Kunci: kesesuaian lahan, ketersediaan air, GIS, pertanian berkelanjutan, Desa Bangunjaya

Submitted Jan 5, 2024.

Revised Feb 6, 2024.

Accepted Feb 7, 2024.

Pendahuluan

Permintaan yang meningkat untuk protein hewani telah meningkatkan kebutuhan untuk memperluas peternakan ternak secara global (Moran & Blair, 2021; Scanes, 2018). Peternakan domba, khususnya, telah diakui karena potensinya dalam berkontribusi terhadap permintaan ini (Pulina et al., 2018), terutama di wilayah di mana kondisi lingkungan mendukung praktik pertanian semacam itu. Pemetaan ini berfokus pada Desa Bangunjaya di distrik Langkaplancar, Kabupaten Pangandaran, yang menawarkan kesempatan unik untuk mengeksplorasi integrasi kesesuaian lahan dan ketersediaan air untuk pengembangan peternakan domba.

Peternakan domba tidak hanya menyediakan sumber protein hewani tetapi juga memainkan peran penting dalam aspek sosioekonomi komunitas pedesaan (Estevez-Moreno et al., 2019; Lalljee et al., 2019). Fenomena ini dapat berkontribusi pada diversifikasi mata pencaharian, menyediakan peluang kerja, dan meningkatkan keamanan pangan. Namun, keberhasilan usaha seperti itu sangat bergantung pada pemahaman menyeluruh tentang variabel lingkungan yang mempengaruhi produktivitas pertanian (Ochieng et al., 2016; Srbínovska et al., 2015).

Secara historis, Desa Bangunjaya telah ditandai oleh lanskap yang beragam yang mendukung berbagai bentuk pertanian. Namun, potensi untuk peternakan domba belum sepenuhnya dieksplorasi. Kesesuaian lahan dan ketersediaan air adalah faktor kritis yang menentukan kelayakan peternakan domba, mempengaruhi pola penggembalaan, produksi pakan, dan kesehatan ternak secara keseluruhan.

Dalam konteks pengembangan pertanian yang berkelanjutan, penting untuk menilai faktor-faktor ini dengan teliti. Studi-studi sebelumnya telah menyoroti pentingnya alat sistem informasi geografis (*geographic information system/GIS*) dalam perencanaan dan manajemen pertanian, yang memungkinkan pemetaan lahan dan sumber daya air yang tepat (Hiloidhari et al., 2017; Kazemi & Akinci, 2018; Kurowska et al., 2021). Oleh karenanya, studi ini menggunakan pemetaan GIS untuk mengevaluasi kesesuaian lahan untuk peternakan domba di Desa Bangunjaya dan untuk menganalisis sumber daya air yang dapat mendukung inisiatif semacam itu.

Dengan mengintegrasikan data evaluasi lahan dan hidrologi, studi saat ini bertujuan untuk

mengatasi kesenjangan dalam literatur dan menyediakan dasar untuk pengambilan keputusan terkait praktik pertanian di Desa Bangunjaya (Kazemi & Akinci, 2018; Nordborg et al., 2017). Artikel ini berupaya menjawab pertanyaan kunci mengenai distribusi spasial lahan yang cocok untuk peternakan domba dan kecukupan sumber daya air untuk mempertahankannya. Hasil penelitian ini berpotensi untuk memberi informasi kepada pembuat kebijakan, perencana pertanian, dan petani, yang berkontribusi pada optimalisasi sumber daya lokal untuk kemajuan ekonomi pedesaan (Menconi et al., 2017).

Melalui pemeriksaan topografi, jenis tanah, data iklim, dan distribusi sumber daya air Bangunjaya, artikel ini akan membahas implikasi ketersediaan lahan dan air terhadap potensi pengembangan industri peternakan domba yang berkelanjutan di wilayah tersebut. Selain itu, pemetaan ini juga mempertimbangkan dampak yang lebih luas pada komunitas dan lingkungan, dengan tujuan untuk menyelaraskan pengembangan pertanian dengan pelestarian ekologi dan pertumbuhan ekonomi.

Materi dan Metode Pelaksanaan

Area Studi dan Peta Dasar

Pemetaan ini dilakukan di Desa Bangunjaya yang terletak di Kecamatan Langkaplancar, Kabupaten Pangandaran. Desa ini dipilih karena lanskapnya yang beragam dan praktik pertanian yang ada, yang memberikan kesempatan unik untuk mengevaluasi kesesuaian lahan untuk peternakan domba. Peta dasar untuk studi ini diperoleh dari "Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pangandaran 2018-2038". Dokumen ini menyediakan batas-batas geografis dan administratif yang diperlukan untuk analisis spasial.

Analisis Kesesuaian Lahan dan Pemetaan

Kesesuaian lahan, yang didefinisikan sebagai tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu, dapat dievaluasi berdasarkan kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah dilakukan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Analisis untuk studi ini melibatkan metode superimposisi, dengan menumpangkan data tutupan lahan eksisting

dari Desa Bangunjaya dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pangandaran untuk periode 2018-2032. Teknologi Sistem Informasi Geografis (GIS) digunakan untuk membuat peta yang merepresentasikan kesesuaian lahan dan ketersediaan air untuk peternakan domba. Ini melibatkan integrasi berbagai lapisan data spasial, termasuk topografi, jenis tanah, pola iklim, dan data hidrologi. Superimposisi tutupan lahan dengan rencana tata ruang kabupaten dilakukan menggunakan perangkat lunak GIS, yang memungkinkan analisis kongruensi antara penggunaan lahan saat ini dan rencana pengembangan lahan.

Kriteria Kesesuaian Lahan dan Ketersediaan Air

Kriteria untuk menentukan kesesuaian lahan untuk peternakan domba meliputi faktor-faktor seperti kesuburan tanah, kemiringan lereng, kedekatan sumber air, dan tutupan vegetasi yang ada. Kriteria ini berasal dari pedoman pertanian dan lingkungan yang disediakan dalam dokumen perencanaan tata ruang Kabupaten Pangandaran. Ketersediaan air dinilai dengan memetakan kedekatan dan kepadatan badan air di dalam Desa Bangunjaya, termasuk sungai, aliran, dan situs potensial untuk penyimpanan air. Penilaian ini juga memperhitungkan variasi musiman dalam tingkat air dan dampak variasi tersebut terhadap ketersediaan air untuk keperluan pertanian.

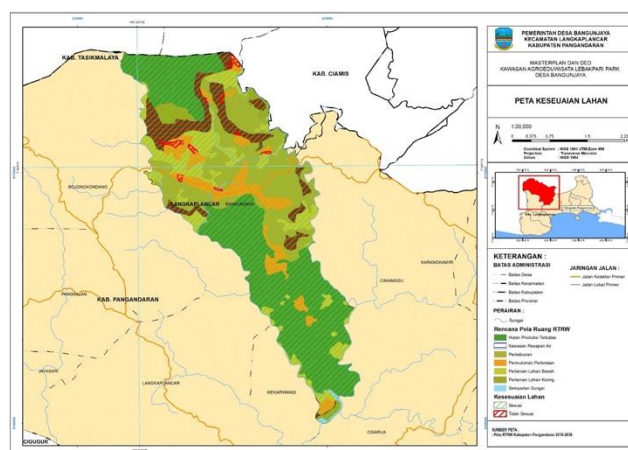
Integrasi dan Validasi Data dan Analisis

Data yang terintegrasi dianalisis secara menyeluruh untuk menentukan area yang paling cocok untuk peternakan domba. Analisis ini mempertimbangkan baik kesesuaian lahan aktual maupun potensial dan melibatkan proses pengambilan keputusan multi-kriteria untuk memprioritaskan area untuk pengembangan potensial. Peta yang dihasilkan divalidasi melalui survei lapangan, di mana titik sampel acak dikunjungi untuk mengonfirmasi akurasi peta berbasis GIS. Umpan balik dari petani lokal dan ahli pertanian juga dimasukkan untuk memastikan relevansi praktis dari temuan.

Hasil dan Pembahasan

Kesesuaian Lahan untuk Peternakan Domba

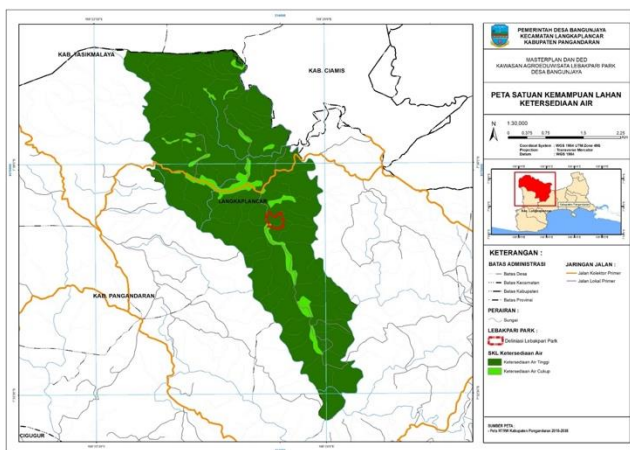
Analisis studi ini terhadap kesesuaian lahan di Desa Bangunjaya mengidentifikasi sebagian besar area sebagai kondusif untuk peternakan domba. Hal ini sejalan dengan temuan Bailey (2005); Sanaei et al. (2019), yang mencatat bahwa wilayah dengan fitur topografi tertentu, seperti lereng yang landai dan tanah yang subur, secara signifikan meningkatkan kesesuaian untuk penggembalaan ternak. Di Desa Bangunjaya, kondisi ini ditemukan di lebih dari 60% area yang dinilai, mencerminkan tren yang diamati di zona agro-ekologis serupa seperti yang dilaporkan oleh Mirkena et al. (2012).



Gambar 1. Peta Kesesuaian lahan di Desa Bangunjaya, Kec. Langkaplancar, Kab. Pangandaran yang telah disusun menggunakan prinsip GIS.

Ketersediaan Air

Temuan kami menunjukkan korelasi kuat antara area pertanian yang cocok dan keberadaan jaringan badan air yang luas. Observasi ini sangat penting, karena ketersediaan air merupakan penentu utama keberlanjutan peternakan ternak, seperti yang dijelaskan oleh banyak peneliti sebelumnya (Doreau et al., 2012; Halimani et al., 2021; Heinke et al., 2020; Nyam et al., 2020). Akses air sepanjang tahun di Desa Bangunjaya sejalan dengan parameter untuk kondisi pemeliharaan ternak optimal. Area dengan ketersediaan air tinggi bertepatan dengan lahan pertanian yang cocok, menyediakan potensi irigasi alami.



Gambar 2. Peta ketersediaan air di Desa Bangunjaya, Kec. Langkaplancar, Kab. Pangandaran yang telah disusun menggunakan prinsip GIS.

Infrastruktur dan Akses Pasar

Analisis juga menyoroti keuntungan strategis yang disediakan oleh jaringan jalan yang sudah ada di Desa Bangunjaya. Menurut penelitian oleh Delgado & Siamwalla (2018); Khapayi & Celliers (2016), akses ke infrastruktur transportasi yang mapan memainkan peran penting dalam keberhasilan usaha pertanian dengan memudahkan akses pasar dan transportasi sumber daya. Kedekatan area pertanian yang cocok dengan jaringan ini di Desa Bangunjaya menunjukkan paralel dengan model agribisnis yang sukses seperti yang diamati dalam studi oleh (Ha et al., 2015).

Pertimbangan Lingkungan

Namun, keberadaan zona yang sensitif secara lingkungan dalam desa, seperti yang terungkap oleh studi kami, memerlukan pertimbangan yang hati-hati. Kekhawatiran serupa diungkapkan oleh Zabel et al. (2019) dalam studi mereka tentang dampak ekologis ekspansi pertanian. Mereka menekankan pentingnya mengintegrasikan perlindungan lingkungan ke dalam praktik pertanian, prinsip yang ditegaskan kembali oleh studi kami, mendukung implementasi praktik berkelanjutan untuk melindungi keanekaragaman hayati lokal, seperti yang disarankan oleh (Milder et al., 2015).

Refleksi Komparatif dengan Studi Sebelumnya

Kongruensi kesesuaian lahan yang tinggi dan ketersediaan air di area tengah Desa Bangunjaya

mencerminkan temuan dari wilayah dengan fitur geografis yang sebanding, seperti dijelaskan dalam karya (Zolekar & Bhagat, 2015). Namun, ketidaksesuaian antara kesesuaian pertanian dan zona air optimal yang diidentifikasi dalam studi kami memberikan wawasan unik, menekankan pentingnya manajemen sumber daya strategis, sejalan dengan pengamatan yang dibuat oleh (Everard et al., 2018) dalam penilaian mereka terhadap lanskap pertanian di daerah kering.

Implikasi Kebijakan dan Keberlanjutan Lingkungan

Menggemakan argumen yang disajikan oleh (Bennett et al., 2018), studi kami menyarankan bahwa kerangka kebijakan harus dirancang untuk menyeimbangkan pengembangan pertanian dengan pengelolaan lingkungan. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan dan rekomendasi oleh Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO, 2021) dalam Ramankutty et al. (2018), yang menekankan integrasi kesehatan lingkungan dalam perencanaan pertanian.

Kesimpulan

Studi ini telah memberikan penilaian komprehensif terhadap kesesuaian lahan dan ketersediaan air untuk peternakan domba di Desa Bangunjaya, Distrik Langkaplancar, Kabupaten Pangandaran. Teknik superimposisi berbasis GIS telah menghasilkan visualisasi spasial yang mendetail, mengungkapkan bahwa sebagian besar wilayah desa tergolong cocok untuk peternakan domba karena topografi yang landai dan tanah yang subur. Secara bersamaan, penilaian sumber daya air menunjukkan bahwa area lahan yang cocok tersebut didukung oleh keberadaan sumber air yang dapat diandalkan, yang sangat penting untuk peternakan yang berkelanjutan.

Pada konteks temuan dari studi ini, beberapa arah untuk penelitian masa depan muncul sebagai hal vital untuk meningkatkan pemahaman dan implementasi praktik peternakan domba yang berkelanjutan di Desa Bangunjaya. Studi dampak lingkungan akan sangat bernilai. Studi-studi ini harus berfokus pada penilaian dampak ekologis jangka panjang dari peternakan domba, khususnya berkaitan dengan kesehatan tanah, kualitas air, dan konservasi keanekaragaman hayati.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para perangkat Desa Bangunjaya, Kecamatan Langkaplancar, Kabupaten Pangandaran atas kesediaannya dalam mendukung terselenggaranya kegiatan pemetaan ini.

Daftar Pustaka

- Bailey, D. W. (2005). Identification and Creation of Optimum Habitat Conditions for Livestock. *Rangeland Ecology & Management*, 58(2), 109–118. <https://doi.org/10.2111/03-147.1>
- Bennett, N. J., Whitty, T. S., Finkbeiner, E., Pittman, J., Bassett, H., Gelcich, S., & Allison, E. H. (2018). Environmental Stewardship: A Conceptual Review and Analytical Framework. *Environmental Management*, 61(4), 597–614. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0993-2>
- Delgado, C. L., & Siamwalla, A. (2018). Rural economy and farm income diversification in developing countries. In *Food Security, Diversification and Resource Management: Refocusing the Role of Agriculture?* (pp. 126–143). Routledge.
- Doreau, M., Corson, M. S., & Wiedemann, S. G. (2012). Water use by livestock: A global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers*, 2(2), 9–16. <https://doi.org/10.2527/af.2012-0036>
- Estevez-Moreno, L. X., Sanchez-Vera, E., Nava-Bernal, G., Estrada-Flores, J. G., Gomez-Demetrio, W., & Sepúlveda, W. S. (2019). The role of sheep production in the livelihoods of Mexican smallholders: Evidence from a park-adjacent community. *Small Ruminant Research*, 178, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.08.001>
- Everard, M., Sharma, O. P., Vishwakarma, V. K., Khandal, D., Sahu, Y. K., Bhatnagar, R., Singh, J. K., Kumar, R., Nawab, A., Kumar, A., Kumar, V., Kashyap, A., Pandey, D. N., & Pinder, A. C. (2018). Assessing the feasibility of integrating ecosystem-based with engineered water resource governance and management for water security in semi-arid landscapes: A case study in the Banas catchment, Rajasthan, India. *Science of The Total Environment*, 612, 1249–1265. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.308>
- Ha, T. M., Bosch, O. J. H., & Nguyen, N. C. (2015). Necessary and Sufficient Conditions for Agribusiness Success of Small-scale Farming Systems in Northern Vietnam. *Business and Management Studies*; 1(2). DO - 10.11114/Bms.V1i2.820. <https://redfame.com/journal/index.php/bms/article/view/820>
- Halimani, T., Marandure, T., Chikwanha, O. C., Molotsi, A. H., Abiodun, B. J., Dzama, K., & Mapiye, C. (2021). Smallholder sheep farmers' perceived impact of water scarcity in the dry ecozones of South Africa: Determinants and response strategies. *Climate Risk Management*, 34, 100369. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100369>
- Heinke, J., Lannerstad, M., Gerten, D., Havlík, P., Herrero, M., Notenbaert, A. M. O., Hoff, H., & Müller, C. (2020). Water Use in Global Livestock Production—Opportunities and Constraints for Increasing Water Productivity. *Water Resources Research*, 56(12), e2019WR026995. <https://doi.org/10.1029/2019WR026995>
- Hiloidhari, M., Baruah, D. C., Singh, A., Kataki, S., Medhi, K., Kumari, S., Ramachandra, T. V., Jenkins, B. M., & Thakur, I. S. (2017). Emerging role of Geographical Information System (GIS), Life Cycle Assessment (LCA) and spatial LCA (GIS-LCA) in sustainable bioenergy planning. *Special Issue on International Conference on Current Trends in Biotechnology & Post ICCB-2016 Conference on Strategies for Environmental Protection and Management (ICSEPM-2016)*, 242, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.03.079>
- Kazemi, H., & Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). *Ecological Engineering*, 116, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.021>
- Khapayi, M., & Celliers, P. (2016). Factors limiting and preventing emerging farmers to progress to commercial agricultural farming in the King William's Town area of the Eastern Cape Province, South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension*, 44(1), 25–41.
- Kurowska, K., Marks-Bielska, R., Bielski, S., Aleknavičius, A., & Kowalczyk, C. (2021). Geographic Information Systems and the Sustainable Development of Rural Areas. *Land*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/land10010006>
- Lalljee, S. V., Soundararajan, C., Singh, Y. D., & Sargison, N. D. (2019). The potential of small ruminant farming as a means of poverty alleviation in rural southern India. *Tropical Animal Health and Production*, 51(2), 303–311. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1686-4>
- Menconi, M. E., Grohmann, D., & Mancinelli, C. (2017). European farmers and participatory rural appraisal: A systematic literature review on

- experiences to optimize rural development. *Land Use Policy*, 60, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.007>
- Milder, J. C., Arbuthnot, M., Blackman, A., Brooks, S. E., Giovannucci, D., Gross, L., Kennedy, E. T., Komives, K., Lambin, E. F., Lee, A., Meyer, D., Newton, P., Phalan, B., Schroth, G., Semroc, B., Rikxoort, H. V., & Zrust, M. (2015). An agenda for assessing and improving conservation impacts of sustainability standards in tropical agriculture. *Conservation Biology*, 29(2), 309–320. <https://doi.org/10.1111/cobi.12411>
- Mirkena, T., Duguma, G., Willam, A., Wurzinger, M., Haile, A., Rischkowsky, B., Okeyo, A. M., Tibbo, M., & Solkner, J. (2012). Community-based alternative breeding plans for indigenous sheep breeds in four agro-ecological zones of Ethiopia. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 129(3), 244–253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2011.00970.x>
- Moran, D., & Blair, K. J. (2021). Review: Sustainable livestock systems: Anticipating demand-side challenges. *Sustainable Livestock Systems for High-Producing Animals*, 15, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100288>
- Nordborg, M., Sasu-Boakye, Y., Cederberg, C., & Berndes, G. (2017). Challenges in developing regionalized characterization factors in land use impact assessment: Impacts on ecosystem services in case studies of animal protein production in Sweden. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(3), 328–345. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1158-x>
- Nyam, Y. S., Kotir, J. H., Jordaan, A. J., Ogundeji, A. A., & Turton, A. R. (2020). Drivers of change in sustainable water management and agricultural development in South Africa: A participatory approach. *Sustainable Water Resources Management*, 6(4), 62. <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00420-9>
- Ochieng, J., Kirimi, L., & Mathenge, M. (2016). Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small-scale farmers in Kenya. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 77(1), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.03.005>
- Pulina, G., Milán, M. J., Lavín, M. P., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., Thomas, D. L., Francesconi, A. H. D., & Caja, G. (2018). Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6715–6729. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14015>
- Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 69(1), 789–815. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256>
- Sanaei, A., Li, M., & Ali, A. (2019). Topography, grazing, and soil textures control over rangelands' vegetation quantity and quality. *Science of The Total Environment*, 697, 134153. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134153>
- Scanes, C. G. (2018). Chapter 7—Animal Agriculture: Livestock, Poultry, and Fish Aquaculture. In C. G. Scanes & S. R. Toukhsati (Eds.), *Animals and Human Society* (pp. 133–179). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805247-1.00007-1>
- Srbínovska, M., Gavrovski, C., Dimcev, V., Krkoleva, A., & Borozan, V. (2015). Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 88, 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.036>
- Zabel, F., Delzeit, R., Schneider, J. M., Seppelt, R., Mauser, W., & Václavík, T. (2019). Global impacts of future cropland expansion and intensification on agricultural markets and biodiversity. *Nature Communications*, 10(1), 2844. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10775-z>
- Zolekar, R. B., & Bhagat, V. S. (2015). Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 300–321. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.09.016>