

Analisis Pengelolaan Air dan Konservasi Tanah Terhadap Produktivitas Pertanian Berkelanjutan di Sumatera Utara

Amelia¹ Bonaraja Purba² Ivan R Ventris Siahaan³ Rini Khairani Harahap⁴

Program Studi Pendidikan Ekonomi, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Medan, Kota
Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia^{1,2,3,4}

Email: -

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pengelolaan air dan perlindungan tanah pada produktivitas pertanian berkelanjutan di Sumatera Utara, dengan fokus pada pengembalian Rabhan Batu. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian literatur dengan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa erosi tanah dan kualitas air yang buruk adalah faktor utama yang mempengaruhi produktivitas pertanian di wilayah tersebut. Teknik konservasi seperti teras, menanam sistem penutup tanah, dan menggunakan sistem irigasi yang efisien mengurangi tingkat erosi dan meningkatkan efisiensi konsumsi air sebesar 30-40%. Selain itu, pengembangan terintegrasi dari permukaan tangkapan permukaan (DAS) dan infrastruktur irigasi memainkan peran penting dalam menjaga ketersediaan air bersih untuk pertanian. Studi ini menyimpulkan bahwa strategi konservasi lahan dan air berkelanjutan yang direncanakan diperlukan untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung keselamatan gizi di Sumatera Utara.

Kata Kunci: Pengelolaan Air, Konservasi Tanah, Produktivitas Pertanian, Sumatera Utara, Keberlanjutan

Abstract

This study aims to analyze the impact of water management and soil protection on sustainable agricultural productivity in North Sumatra, focusing on the return of Rabhan Batu. The research method used is literature research with a qualitative approach. The results of the study indicate that soil erosion and poor water quality are the main factors affecting agricultural productivity in the area. Conservation techniques such as terracing, planting ground cover systems, and using efficient irrigation systems reduce erosion rates and increase water consumption efficiency by 30-40%. In addition, integrated development of surface catchment areas (DAS) and irrigation infrastructure play an important role in maintaining the availability of clean water for agriculture. This study concludes that planned sustainable land and water conservation strategies are needed to increase agricultural productivity and support nutritional security in North Sumatra.

Keywords: Water Management, Soil Conservation, Agricultural Productivity, North Sumatra, Sustainability



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Sumatera Utara (Sumut) termasuk kedalam wilayah pertanian (agraris), karena itu wilayah lebih dominan termasuk kedalam bidang pertanian. Peningkatan terkait taraf hidup petani dapat ditunjukkan melalui proses pembangunan. Harapan terkait adanya kemajuan dalam bidang pertanian tersebut dapat memberikan dorongan terhadap perkembangan pembangunan dalam skala nasional maupun internasional. Sebab, konseptual dari sebuah pembangunan ialah salah satu proses dalam meningkatkan kesejahteraan kehidupan masyarakat dengan sebaik-baiknya. Menurut studi literatur memaparkan terkait penentuan kesejahteraan negara dapat ditinjau melalui pembangunan ekonomi. Dalam mensejahterakan masyarakat dalam ditinjau pula melalui pembangunan ekonomi. Selanjutnya dalam skala perekonomian nasional diperankan penting terkait dengan usaha di bidang pertanian. Oleh

sebab itu, peninjauan lebih lanjut dapat dilakukan melalui tenaga kerja maupun penduduk yang memiliki mata pencaharian sebagai petani. Pada kegiatan pertanian, hal utama yang harus diperhatikan ialah terkait modal berupa lahan. Beberapa komponen yang terdapat pada tanah dapat menentukan dari nilai tanah itu sendiri. Beberapa komponen yang dimaksudkan tersebut diantaranya kadar keasaman tanah, permukaan dalam, ait, tanah, formasi geologi, relief, serta iklim. Pertanian adalah sektor yang sangat bergantung pada ketersediaan kualitas air dan tanah, dan kedua faktor ini saling berinteraksi dan mempengaruhi hasil pada produk pertanian. Penurunan kualitas tanah karena erosi, polusi, dan penggunaan bahan kimia yang berlebihan dapat menyebabkan produktivitas pertanian yang lebih rendah, yang dapat mempengaruhi keamanan nutrisi global. Pertambahan penduduk akan mengakibatkan peningkatan pemenuhan kebutuhan pangan. Praktik konservasi tanah dan air mencakup banyak langkah untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas tanah dan efisiensi konsumsi air. Berbagai teknik seperti penggunaan mulsa, sistem penanaman, dan pengelolaan lahan berkelanjutan diharapkan untuk meminimalkan kerusakan tanah dan kehilangan air akibat limpasan. Selain itu, pengelolaan daerah aliran sungai yang terintegrasi dengan pengembangan infrastruktur irigasi yang efisien menjadi langkah penting untuk menjaga ketersediaan air bersih untuk kebutuhan pertanian.

Pada perkembangan dosmetik kegiatan pertanian memiliki peran yang cukup krusial. Hal tersebut dapat ditinjau melalui sumbangsih devisa yang cukup besar dalam penanganan turbulensi keuangan serta krisis ekonomi. Kegiatan produksi pertanian tersebut didasarkan terhadap sumber daya dosmetik. Sehingga kegiatan ekspor atas produk pertanian akan lebih stabil serta Tangguh. Dampak positif dari kegiatan perekonomian yang dilakukan ialah dapat meningkatkan sumber daya dosmetik, sehingga dalam meningkatkan ketahanan ekonomi serta mempertahankan peranan sektor pertanian merupakan tujuan dalam perekonomian, khususnya di Indonesia. Masalah pertanian yang terhubung dengan erosi tanah di Sumatera utara yang terjadi di daerah labuhan batu, terutama di daerah dengan gradien tinggi dan curah hujan yang tinggi (Triyanto et al, 2023). Menurut Sari (2024) dan Jemly (2024), erosi menyebabkan lenyapnya lapisan tanah yang subur, sehingga menyebabkan produktivitas lahan pertanian yang mengakibatkan buruknya kesejahteraan petani setempat. Disamping itu, penurunan kualitas air yang disebabkan oleh sedimentasi, polusi, dan deforestasi di daerah tangkapan air juga berdampak negatif terhadap ketersediaan air bersih bagi masyarakat dan pertanian. Kondisi ini menunjukkan pentingnya strategi konservasi yang efektif untuk melindungi tanah dan sumber daya air dari kerusakan lebih lanjut.

Teknik konservasi tanah seperti pembuatan terasering (Naharuddin et al, 2023). Penanaman tanaman penutup tanah (Alfarizi et al, 2023), dan penggunaan teknologi ramah lingkungan (Sianturrahman & Tjahjono, 2024) menjadi solusi yang potensial untuk diterapkan di kabupaten labuhan batu. Sementara itu, dalam hal konservasi air, pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) yang terintegrasi serta pembangunan infrastuktur irigasi yang efisien dapat menjadi langkah yang efektif dalam menjaga ketersediaan air bersih untuk kebutuhan pertanian dan konsumsi masyarakat. Pernercaian dalam keberlanjutan pada bidang pangan dipengaruhi oleh pertanian berkelanjutan, misalnya pengurangan sumber daya alam, perubahan iklim, serta pertumbuhan populasi. Aspek yang perlu diperhatikan dalam mengembangkan sistem pertanian berkelanjutan ialah aspek sosial, ekonomi, serta ekologis. Beberapa langkah penting yang perlu diambil saat mengembangkan sistem pertanian yang berkelanjutan. Pertama, prioritas dalam mengkonservasi sumber daya yang didasarkan pada kegiatan pemupukan yang tepat, mengelola limbah pertanian, keefisienan dalam praktik konsumsi tanah serta air. Kedua, menggunakan teknologi hijau, misalnya penggunaan sistem irigasi, kontrol hama alami, dan penggunaan pupuk organik. Hal yang harus diperhatikan pada

sistem pertanian berkelanjutan ialah diversifikasi tanaman. Risiko kerugian dapat diminimalisir melalui diversifikasi tanaman. Sebab, dapat dikurangi juga penyakit atau hama yang terdapat di tumbuhan.

Selanjutnya dalam mencegah pencemaran lingkungan perlu diperhatikan dalam pengelolaan limbah pertanian. Konteks perubahan iklim dalam meningkatkan tekanan pada sumber daya alam. Pengelolaan air dan konservasi tanah akan menjadi faktor kunci dalam mencapai produktivitas pertanian berkelanjutan. Pertanian adalah sektor yang sangat bergantung pada ketersediaan kualitas air dan tanah, dan kedua faktor ini saling berinteraksi dan mempengaruhi hasil pada produk pertanian. Penurunan kualitas tanah karena erosi, polusi, dan penggunaan bahan kimia yang berlebihan dapat menyebabkan produktivitas pertanian yang lebih rendah, yang dapat mempengaruhi keamanan nutrisi global. Pertambahan penduduk akan mengakibatkan peningkatan pemenuhan kebutuhan pangan. Praktik konservasi tanah dan air mencakup banyak langkah untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas tanah dan efisiensi konsumsi air. Berbagai teknik seperti penggunaan mulsa, sistem penanaman, dan pengelolaan lahan berkelanjutan diharapkan untuk meminimalkan kerusakan tanah dan kehilangan air akibat limpasan. Selain itu, pengelolaan daerah aliran sungai yang terintegrasi dengan pengembangan infrastruktur irigasi yang efisien menjadi langkah penting untuk menjaga ketersediaan air bersih untuk kebutuhan pertanian.

Pengelolaan air dan konservasi tanah ini bertujuan untuk menilai bagaimana kedua faktor ini berinteraksi dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan. Penelitian ini juga mengidentifikasi praktik terbaik yang dapat digunakan petani untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam serta menjaga kelestarian lingkungan. Dengan memahami hubungan antara pengelolaan air dan konservasi tanah, diharapkan para pemangku kepentingan dapat mengembangkan kebijakan yang lebih efektif dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Kerjasama antara pemerintah, petani dan komunitas yang lebih luas adalah kunci untuk mencapai tujuan ini. Pendekatan berbasis agroekosistem untuk mengintegrasikan teknologi konservasi ke dalam pengelolaan sumber daya air memberikan solusi jangka panjang bagi tauntuk tantangan sektor pertanian saat ini.

METODE PENELITIAN

Studi penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dalam metode penelitian perpustakaan. Pendekatan adaptif untuk menganalisis pengaruh pengelolaan air dan konservasi tanah di Sumatera Utara, peneliti mendapati masalah disalah satu daerah yakni di kabupaten Labuhan Batu. Metode penelitian kualitatif yang sebagaimana dijelaskan oleh Sugiyono (2015: p 209) menyebutkan bahwa metode penelitian kualitatif digunakan peneliti pada kondisi objek yang alamiah. Pendapat ini sejalan dengan pendapat Moleong (2009: p 6), penelitian kualitatif adalah “penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku, persepsi, motivasi, tindakan, dll., secara holistik, dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah”. Data dalam penelitian ini bersumber dari artikel jurnal ilmiah, laporan penelitian, serta informasi dari internet yang relevan dengan topik penelitian. Menurut Nazir (2014) memaparkan *study literature* pada kegiatan penelitian merupakan langkah dalam melakukan telaah berbasis kajian kepustakaan pada pelaksanaan penelitian. Sumber data yang diperoleh kemudian dijadikan suatu referensi dari sumber pustaka yang relevan sebagai sumber data primer (data hasil penelitian, laporan penelitian, jurnal ilmiah, google scholar, data BPS Sumatera Utara dsb). Selanjutnya sumber data yang telah diperoleh untuk referensi dalam penelitian ini, maka

dapat dilakukan *content analysis* (analisis isi) berdasarkan temuan dari kegiatan penelitian yang dilakukan. *Content analysis* merupakan kegiatan mengupas teks secara obyektif dalam memperoleh suatu gambaran dari kegiatan penelitian. Berdasarkan hal tersebut, peranan peneliti ialah melakukan pengkajian secara detail terkait dengan pengetahuan yang relevan terhadap temuan data yang diperoleh membutuhkan beberapa waktu dalam menganalisis sumber data, sehingga didapatkan suatu hasil penelitian. Dengan hasil tersebut dapat menjawab permasalahan mengenai pengelolaan air dan konservasi tanah terhadap produktivitas pertanian berkelanjutan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menyoroti tantangan dan strategi pengelolaan konservasi tanah serta air dalam mendukung keberlanjutan sektor pertanian di Sumatera Utara, khususnya di kabupaten Labuhan Batu. Dimana Sumatera Utara (Sumut) termasuk kedalam wilayah pertanian (agraris), karena itu wilayah lebih dominan termasuk kedalam bidang pertanian. Peningkatan taraf hidup petani dapat ditunjukkan melalui proses pembangunan. Harapan terkait adanya kemajuan dalam bidang pertanian tersebut dapat memberikan dorongan terhadap perkembangan pembangunan dalam skala nasional maupun internasional. Sebab, konseptual dari sebuah pembangunan ialah salah satu proses dalam meningkatkan kesejahteraan kehidupan masyarakat dengan sebaik-baiknya. Berdasarkan data yang telah diperoleh dan dikumpulkan dapat ditemukan bahwa permasalahan utama yang dihadapi petani-petani di Sumatera Utara di wilayah Kabupaten Labuhan Batu ini meliputi erosi tanah, degradasi kesuburan lahan, pencernaan air, serta kurangnya infrastruktur irigasi yang harus efisien. Pengelolaan air dan pelestarian tanah memainkan peran yang sangat penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan. Dalam konteks global, populasi dunia terus tumbuh dan meningkatkan tekanan dibidang pertanian yang bertujuan menutupi peningkatan kebutuhan pangan (Ayesha et al., 2021). Hal tersebut akan mengintensifkan meningkatnya dalam menggunakan air irigasi di bidang pertanian dalam peningkatan terkait produktivitasnya (Marzuki & Saint Boroneo, 2023). Adanya sumber daya air, terutama di daerah yang peka terhadap kekeringan, menimbulkan kekhawatiran tentang keberlanjutan konsumsi air di pertanian.

Data yang telah diperoleh menunjukkan bahwa, Tingkat erosi tanah di wilayah perbukitan kabupaten Labuhan Batu berkisaran antara 10-20 ton/hektar/tahun, dengan daerah yang memiliki kemiringan lereng lebih dari 30% mengalami Tingkat kehilangan tanah yang lebih tinggi, Uji kualitas air pertanian dari beberapa daerah aliran air sungai menunjukkan peningkatan sedimentasi sehingga 35% selama musim hujan, yang berkontribusi terhadap penyumbatan saluran irigasi dan penurunan ketersediaan air bersih, Produktivitas lahan yang mengalami degradasi akibat erosi dan pencemaran mengalami penurunan sebesar 15-25% dibandingkan dengan lahan yang dikelola dengan baik. Berbagai Teknik konservasi tanah dan air yang telah diterapkan menunjukkan hasil yang beragam. Salah satunya dengan teknik Terasering, Terasering merupakan metode konservasi yang dilakukan melalui pembuatan beberapa teras yang bertujuan dalam pengurangan panjang lereng serta dalam penahanan air. Selain itu bertujuan dalam memperbesar peluang penyerapan air dan mengurangi kecepatan jumlah aliran. Dan tanaman penutup tanah mampu menekan Tingkat erosi hingga 40%, sedangkan penggunaan system irigasi tetes meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga 30% dibandingkan dengan metode tradisional. Dalam meningkatkan efisiensi konsumsi air telah dilakukan melalui penerapan teknik konservasi air (Wahyuanto et al., 2024). Selanjutnya dalam meningkatkan retensi kelembaban serta mengurangi penggunaan air yang berlebihan dapat dilakukan melalui beberapa praktik efektif, misalnya menggunakan sistem irigasi tetes

atau mengumpulkan air hujan (redjeki.narimawati.et, al, 2021). Berdasarkan kegiatan literature yang dilakukan memaparkan petani menggunakan teknik tersebut dalam mengoptimalkan penggunaan ketersediaan air serta pengurangan ketergantungan terhadap sumber daya air eksternal.

Pengaruh kualitas dan ketersediaan air untuk pertanian

Penurunan kualitas air akibat sedimentasi dan pencemaran dari limbah pertanian merupakan tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya air. Peningkatan kandungan partikel tersuspensi dalam air menyebabkan penyumbatan saluran irigasi dan mengurangi efisiensi penggunaan air bagi pertanian. Upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan meliputi, pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) yang dimana implementasi metode konservasi vegetative pada DAS telah menunjukkan hasil positif dalam menekankan laju sedimentasi, penggunaan irigasi efisien, dimana sistem irigasi tetes dan sprinkler mampu menghemat penggunaan air hingga 30% dibandingkan dengan metode pengairan konvensional, dan terakhir pengolahan limbah pertanian, dimana penggunaan biofilter dalam sistem irigasi telah berhasil menurunkan kandungan polutan dalam air hingga 50%.

Pengaruh erosi tanah terhadap produktivitas pertanian

Erosi tanah di daerah pertanian tidak hanya menyebabkan hilangnya lapisan tanah subur, tetapi juga mengurangi kapasitas tanah dalam menyimpan air dan nutrisi. Akibatnya, petani harus meningkatkan penggunaan pupuk untuk menjaga kesuburan lahan, yang pada akhirnya meningkatkan biaya produksi. Menurut penelitian Triyanto et al. (2023), praktik terasering pada lahan miring mampu mengurangi laju erosi sebesar 35% dan mempertahankan struktur tanah yang lebih stabil. Hal ini sejalan dengan penelitian Alfarizi et al. (2023), yang menunjukkan bahwa penggunaan tanaman penutup tanah seperti kacang-kacangan dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah serta memperbaiki kapasitas infiltrasi air.

Pengelolaan air dan konservasi tanah sebagai strategi keberlanjutan pertanian

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan degradasi lahan, strategi konservasi tanah dan air menjadi sangat penting untuk memastikan keberlanjutan sektor pertanian. Ada beberapa langkah yang diterapkan yaitu, pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan dengan mengintegrasikan praktik pertanian konservasi dengan rotasi tanaman untuk mempertahankan kesuburan tanah, pembangunan infrastruktur irigasi yang efisien yang mengembangkan jaringan irigasi yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim, seperti embung dan reservior mikro, partisipasi masyarakat dan pemangku kepentingan yang meningkatkan keterlibatan petani dalam program konservasi melalui pelatihan dan insentif kebijakan. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan, penerapan teknologi ramah lingkungan menjadi salah satu solusi utama. Ada beberapa inovasi yang telah diterapkan di wilayah sumatera utara yaitu, penggunaan pupuk organik dengan tujuan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia dan meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang, pengendalian hama terpadu yang menggunakan musuh alami dan pestisida nabati untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, sistem pertanian berbasis agroforestri yang memadukan tanaman pertanian dengan pohon untuk meningkatkan keanekaragaman hayati dan menjaga keseimbangan ekosistem. Pengelolaan air di pertanian tidak mudah (Redjeki, Narimawati et al., 2021). Melalui pendekatan holistik tersebut berujuan dalam menghemat ketersediaan air serta menjaga keseimbangan dalam pemenuhan kebutuhan irigasi tumbuhan. Dalam penelitian ini mempunyai tujuan dalam pengujian beberapa strategi serta teknik dalam mengelola air guna pencapaian keseimbangan. Berdasarkan penggunaan

metode perlindungan air tingkat pertanian sampai teknik irigasi yang sangat berkembang, terdapat pemecahan masalah potensial yang akan di eksplor lebih lanjut dalam peningkatan menggunakan air dibidang pertanian (Redjeki, Fauzi, et al., 2021).

KESIMPULAN

Studi yang ada menegaskan bahwa pengelolaan air dan pelestarian tanah memainkan peran penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan di Sumatra Utara, terutama dengan kembalinya Rabhan Batu. Kerusakan kualitas air yang disebabkan oleh erosi dan sedimentasi dan kontaminasi kegiatan pertanian adalah masalah utama yang menghambat pertumbuhan sektor pertanian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknik perlindungan tanah seperti teras, tutupan lahan dan penggunaan sistem irigasi yang lebih efisien mengurangi tingkat erosi sebesar 40% dan meningkatkan efisiensi konsumsi air sebesar 30%. Selain itu, pengelolaan tangkapan permukaan yang diintegrasikan ke dalam pengembangan infrastruktur irigasi berkontribusi untuk mempertahankan ketersediaan air untuk pertanian dan konsumsi masyarakat. Oleh karena itu, penggunaan strategi sistematis untuk konservasi lahan dan air sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan sektor pertanian di wilayah ini. Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan meningkatkan kebutuhan makanan, kebijakan yang lebih adaptif diperlukan dan berdasarkan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan. Pemerintah, petani, dan masyarakat harus bekerja sama dalam menerapkan teknologi ramah lingkungan seperti pupuk organik, pengelolaan hama terintegrasi, dan sistem pertanian yang terkait dengan hutan pertanian untuk menjaga kesuburan tanah dan efisiensi sumber daya air. Pengembangan infrastruktur irigasi yang lebih modern dan penerapan metode pertanian berdasarkan agroekosistem juga merupakan langkah strategis untuk mempertahankan produktivitas pertanian jangka panjang. Dengan adanya pedoman yang mendukung semua peserta dan mendukung partisipasi aktif, sektor pertanian di Sumatra Utara dapat dikembangkan secara optimal dalam tidak hanya meningkatkan produksi pertanian, tetapi juga dalam menjaga keseimbangan ekologis dan sumbu petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajij, K S. 2024. "The Impact of Land Use Regulations on Sustainable Agricultural Practices in Deforestation Hotspots." 3(12): 51-58.
- Asnawi, Robet. 2017. "Peningkatan Produktivitas Dan Pendapatan Petani Melalui Penerapan Model Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah Di Kabupaten Pesawaran, Lampung." Jurnal Penelitian Pertanian Terapan 14(1): 44-52.
- Berlina, Headhi, and Siringo Murni. 2014. "Analisis Keterkaitan Produktivitas Pertanian Dan Impor Beras Di Indonesia." Jurnal Ekonomi dan Keuangan 2(8): 488-99.
- El-Swaify, S. A., W. C. Moldenhauer, and A. Lo. 1985. "Soil Erosion and Conservation." Soil erosion and conservation.
- Evizal, Rusdi, and Fembriarti Erry Prasmatiwi. 2022. "Gejala Produktivitas Rendah Dan Pertanian Degeneratif." Jurnal Agrotropika 21(2): 75.
- Hasibuan, Jasman, Khairul Rizal, Ika Ayu Septyani, Fakultas Sains, Dan Teknologi, Prodi Agroteknologi, and Universitas Labuhanbatu. 2024. "Konservasi Tanah Dan Air Di Kabupaten Labuhan Batu." 3: 765-73.
- Jug, Danijel, Irena Jug, Bojana Brozović, Srdjan Šeremešić, Željko Dolijanović, Jozsef Zsembeli, Apolka Ujj, et al. 2025. "Conservation Soil Tillage: Bridging Science and Farmer Expectations—An Overview from Southern to Northern Europe." Agriculture (Switzerland) 15(3).

- Luo, Wei, Shanxiang Zuo, Yuqi Song, and Shengfa Tang. 2024. "The Impact of Data Elements on Agricultural Economic Resilience: A Dynamic QCA Analysis." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 8(January).
- Ninasari, Anita, and Suleyman. 2024. "Teknik Pengelolaan Air Dalam Pertanian : Menyeimbangkan." *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7(2): 4801-7.
- Quill, Luke, Diogo Ferreira, Brian Joyce, Gabriel Coleman, Carla Harper, Marta Martins, Trevor Hodgkinson, et al. 2024. "An Integrated Mitigation Approach to Diffuse Agricultural Water Pollution—a Scoping Review." *Frontiers in Environmental Science* 12(September): 1-17.
- Rayhani, Risyia Nur, and Agung Rahmadi. 2017. "Konservasi Tanah Dan Air Pada Tanah Terdegradasi Di Lahan Kapus II UIN Sunan Gunung Djati Bandung." *Agroteknologi Department, UIN SGD Bandung*: 1-9.
- Safiullin, Marat, Leonid Elshin, and Almaz Mingulov. 2024. "Assessing the Shock Resilience of The Agricultural Sector in A Region ' s Economy Under Import Localization Conditions." 22: 17936-43.
- Simatupang, Jones, and Manoor Bismar Posman Nababan. 2023. "Technical Efficiency of Irrigated and Rain-Fed Rice Farms in North Sumatra, Indonesia." *International Journal of Multidisciplinary Approach Research and Science* 1(03): 461-80.
- Siregar, A. P., D. H. Darwanto Irham, J. H. Mulyo Jamhari, A. W. Utami, A. Pranyoto Sugiyarto, H. Perwitasari, G. Wirakusuma, et al. 2024. "The Trend of Agricultural Sector Resilience in Indonesia During 2008-2020." *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka* 19(2): 336-57.