Pengaruh Rotasi Tanaman terhadap Kesuburan Tanah dan Produktivitas Lahan

DESY WULAN SARY DAMANIK

Abstrak

Rotasi tanaman merupakan salah satu strategi penting dalam pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah serta produktivitas lahan. Praktik ini melibatkan pergiliran jenis tanaman dalam satu lahan pada periode tertentu guna meminimalkan penurunan unsur hara, mengurangi populasi hama dan penyakit spesifik tanaman, serta memperbaiki struktur tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh rotasi tanaman terhadap dinamika kesuburan tanah dan hasil panen berbagai komoditas. Data dikumpulkan melalui studi pustaka dan analisis sejumlah hasil penelitian terdahulu yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem rotasi tanaman yang terencana dengan baik dapat meningkatkan kandungan bahan organik, nitrogen, dan unsur hara mikro dalam tanah, serta menurunkan tingkat erosi dan pemadatan tanah. Selain itu, rotasi tanaman juga terbukti mampu meningkatkan hasil panen secara signifikan dibandingkan sistem monokultur jangka panjang. Temuan ini menegaskan bahwa rotasi tanaman berperan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan serta ketahanan pangan jangka panjang. Penerapan praktik ini perlu didorong melalui kebijakan pertanian yang mendukung dan penyuluhan yang intensif kepada petani.

Kata Kunci: rotasi tanaman, kesuburan tanah, produktivitas lahan, pertanian berkelanjutan, sistem tanam

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor vital dalam pembangunan ekonomi dan ketahanan pangan suatu negara. Dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, intensifikasi pertanian menjadi strategi utama yang diadopsi di berbagai negara berkembang, termasuk Indonesia. Namun, intensifikasi yang tidak diimbangi dengan praktik budidaya yang berkelanjutan sering kali menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya adalah degradasi tanah. Salah satu faktor utama penyebab degradasi tanah adalah praktik monokultur yang dilakukan secara terus-menerus tanpa rotasi tanaman, yang berujung pada penurunan kesuburan tanah dan produktivitas lahan.

Monokultur yang berlangsung dalam jangka panjang menyebabkan ketidakseimbangan dalam pemanfaatan unsur hara tanah, meningkatkan populasi hama dan patogen spesifik, serta mempercepat proses erosi dan degradasi struktur tanah. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas tanah secara fisik, kimia, dan biologi, tetapi juga menyebabkan penurunan hasil pertanian secara bertahap. Dalam konteks tersebut, rotasi tanaman muncul sebagai alternatif strategis yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga kesehatan tanah serta meningkatkan produktivitas pertanian.

Rotasi tanaman adalah suatu sistem budidaya yang dilakukan dengan cara menggilir jenis tanaman yang berbeda dalam satu petak lahan pada musim atau tahun yang berbeda. Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan hara, sifat akar, dan interaksi dengan mikroorganisme tanah yang berbeda, sehingga dengan merotasi tanaman, keseimbangan ekosistem tanah dapat terjaga. Sebagai contoh, rotasi antara tanaman leguminosa yang mampu mengikat nitrogen dari udara dengan tanaman sereal yang membutuhkan nitrogen dalam jumlah tinggi, dapat membantu menambah kandungan nitrogen dalam tanah secara alami tanpa ketergantungan penuh pada pupuk anorganik. Selain itu, beberapa jenis tanaman tertentu juga dapat menghambat pertumbuhan gulma atau menekan populasi hama dan patogen melalui sekresi senyawa alelopati atau gangguan siklus hidup organisme pengganggu.

Dari sudut pandang ekologi tanah, rotasi tanaman juga membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktivitas biota tanah seperti cacing tanah dan mikroorganisme. Struktur tanah yang lebih baik akan meningkatkan kapasitas infiltrasi air, mengurangi risiko erosi, dan memperbaiki aerasi serta porositas tanah. Dalam jangka panjang, kondisi ini akan menciptakan lingkungan yang lebih stabil dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Oleh karena itu, rotasi tanaman bukan hanya menjadi bagian dari strategi konservasi tanah, tetapi juga merupakan pendekatan penting dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Di Indonesia, implementasi rotasi tanaman masih menghadapi berbagai tantangan, baik dari aspek teknis, sosial, maupun ekonomi. Banyak petani yang belum sepenuhnya memahami manfaat rotasi tanaman, atau tidak memiliki akses terhadap informasi dan pendampingan teknis yang memadai. Di sisi lain, pilihan jenis tanaman yang sesuai untuk rotasi juga dipengaruhi oleh ketersediaan pasar, nilai ekonomis, serta musim tanam yang berlaku. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang holistik dalam mengembangkan sistem rotasi tanaman yang adaptif terhadap kondisi lokal, baik dari segi agroekologi maupun sosioekonomi petani.

Kajian terhadap pengaruh rotasi tanaman terhadap kesuburan tanah dan produktivitas lahan menjadi penting untuk memberikan dasar ilmiah yang kuat dalam mendorong adopsi praktik ini di kalangan petani. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa rotasi tanaman mampu meningkatkan hasil panen secara signifikan dibandingkan sistem monokultur, terutama dalam jangka menengah dan panjang. Selain itu, rotasi tanaman juga terbukti dapat mengurangi ketergantungan terhadap input eksternal seperti pupuk kimia dan pestisida, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya produksi dan dampak negatif terhadap lingkungan.

Dengan memperhatikan kompleksitas tantangan pertanian masa kini, termasuk perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, dan kebutuhan akan efisiensi produksi, rotasi tanaman menjadi salah satu pilar penting dalam membangun sistem pertanian yang resilien dan berkelanjutan. Artikel ini akan membahas secara mendalam bagaimana rotasi tanaman mempengaruhi kesuburan tanah melalui mekanisme biologis, kimiawi, dan fisik, serta bagaimana dampaknya terhadap produktivitas lahan. Melalui pemahaman yang komprehensif, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kebijakan dan praktik pertanian yang lebih berorientasi pada keberlanjutan.

Pembahasan

Rotasi tanaman merupakan praktik agronomi yang telah lama diterapkan dalam sistem pertanian tradisional maupun modern. Konsep dasar dari rotasi tanaman adalah menanam berbagai jenis tanaman secara bergiliran di lahan yang sama dalam satu atau beberapa musim tanam. Tujuan utama dari rotasi ini adalah untuk menghindari eksploitasi unsur hara secara berlebihan oleh satu jenis tanaman, memutus siklus hidup hama dan penyakit, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dalam praktiknya, rotasi tanaman dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas lahan.

1. Pengaruh Rotasi Tanaman terhadap Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah kapasitas tanah untuk menyediakan unsur hara dalam jumlah dan proporsi yang tepat bagi pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kandungan bahan organik, ketersediaan unsur hara makro dan

mikro, pH tanah, aktivitas mikroorganisme, serta struktur dan tekstur tanah. Rotasi tanaman berperan dalam menjaga dan meningkatkan parameter-parameter tersebut melalui mekanisme berikut:

a. Pemulihan Unsur Hara

Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan unsur hara yang berbeda. Tanaman seperti jagung dan padi cenderung menyerap nitrogen dan fosfor dalam jumlah tinggi, sementara tanaman leguminosa seperti kacang tanah atau kedelai memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dari udara melalui simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Dengan merotasi tanaman yang menyerap banyak nitrogen dengan tanaman leguminosa, kandungan nitrogen tanah dapat dipertahankan atau bahkan meningkat secara alami. Hal ini mengurangi kebutuhan pemupukan nitrogen secara eksternal dan membantu mengembalikan keseimbangan unsur hara dalam tanah.

b. Peningkatan Bahan Organik

Rotasi tanaman juga meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, terutama jika rotasi melibatkan tanaman penutup tanah atau tanaman yang menghasilkan biomassa tinggi. Sisa-sisa tanaman yang tertinggal di lahan, seperti akar dan batang, akan mengalami dekomposisi dan menjadi bagian dari bahan organik tanah. Bahan organik ini berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), yang penting untuk mempertahankan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

c. Aktivitas Biologis Tanah

Dengan adanya keragaman jenis tanaman dalam sistem rotasi, keragaman mikroorganisme tanah juga meningkat. Mikroorganisme tanah memainkan peran penting dalam proses-proses biokimia seperti dekomposisi bahan organik, mineralisasi unsur hara, dan pembentukan struktur tanah. Kondisi biologis tanah yang sehat akan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan efisiensi serapan hara.

d. Perbaikan Struktur Tanah

Akar tanaman memiliki pengaruh besar terhadap struktur tanah. Sistem akar yang berbeda akan menciptakan pori-pori tanah dengan ukuran dan distribusi yang beragam, sehingga memperbaiki aerasi dan infiltrasi air. Tanaman dengan akar serabut, misalnya, membantu mengikat partikel tanah dan mencegah erosi, sementara akar dalam dapat memecah lapisan tanah yang padat dan meningkatkan perkolasi air. Rotasi tanaman yang melibatkan variasi sistem akar akan memperbaiki struktur tanah secara menyeluruh.

2. Pengaruh Rotasi Tanaman terhadap Produktivitas Lahan

Produktivitas lahan adalah output pertanian yang dihasilkan dari satuan luas tanah dalam periode tertentu. Rotasi tanaman dapat meningkatkan produktivitas lahan melalui beberapa mekanisme:

a. Pengendalian Hama dan Penyakit

Salah satu keuntungan utama rotasi tanaman adalah pengurangan tekanan hama dan penyakit. Tanaman inang yang sama yang ditanam secara terus-menerus dapat menyebabkan penumpukan patogen dan vektor hama dalam tanah. Dengan mengganti jenis tanaman, siklus hidup organisme pengganggu tersebut terganggu dan populasinya menurun secara alami. Hal ini mengurangi kebutuhan akan pestisida dan menurunkan biaya produksi, sekaligus menjaga kesehatan lingkungan.

b. Pengurangan Ketergantungan terhadap Input Eksternal

Rotasi tanaman, terutama yang melibatkan tanaman leguminosa dan penutup tanah, dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk dan herbisida. Tanaman leguminosa meningkatkan kadar nitrogen tanah, sementara penutup tanah dapat menekan pertumbuhan gulma. Efisiensi penggunaan input ini berdampak langsung pada peningkatan hasil bersih yang diperoleh petani.

c. Peningkatan Hasil Panen

Banyak penelitian menunjukkan bahwa sistem rotasi tanaman menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan sistem monokultur. Tanah yang lebih subur dan lebih sehat sebagai hasil dari rotasi tanaman mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Selain itu, sistem rotasi juga memungkinkan diversifikasi hasil panen, sehingga petani dapat memperoleh pendapatan dari berbagai komoditas dalam satu tahun.

d. Stabilitas Produksi

Rotasi tanaman memberikan diversifikasi produksi yang dapat meningkatkan ketahanan petani terhadap fluktuasi harga dan risiko kegagalan panen. Jika satu jenis tanaman mengalami gangguan karena faktor cuaca atau penyakit, petani masih memiliki cadangan hasil dari tanaman lain dalam sistem rotasi tersebut. Diversifikasi ini penting untuk menjaga kestabilan ekonomi rumah tangga petani.

3. Tantangan dan Strategi Implementasi

Meskipun manfaat rotasi tanaman telah terbukti secara ilmiah, implementasinya di lapangan masih menghadapi sejumlah tantangan:

- **Pengetahuan dan keterampilan petani:** Banyak petani belum memahami prinsip dan manfaat rotasi tanaman secara menyeluruh.
- **Akses terhadap pasar:** Tidak semua tanaman dalam sistem rotasi memiliki nilai jual atau pasar yang baik, sehingga petani cenderung memilih tanaman utama yang sudah terbukti menguntungkan.
- **Keterbatasan lahan dan modal:** Dalam kondisi keterbatasan lahan, petani lebih memilih menanam tanaman yang bernilai tinggi setiap musim untuk memaksimalkan pendapatan jangka pendek.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan strategi yang melibatkan berbagai pihak:

- **Penyuluhan dan pelatihan:** Pemerintah dan lembaga terkait perlu memberikan edukasi kepada petani tentang manfaat dan teknik rotasi tanaman yang sesuai dengan kondisi lokal.
- **Kebijakan insentif:** Diperlukan dukungan kebijakan berupa insentif bagi petani yang menerapkan praktik rotasi tanaman, seperti subsidi benih atau pupuk organik.
- **Riset dan pengembangan:** Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengidentifikasi kombinasi rotasi tanaman yang paling efektif berdasarkan zona agroekologi tertentu.
- **Pembangunan pasar lokal:** Pengembangan pasar untuk tanaman rotasi harus didorong agar petani memiliki kepastian ekonomi dari praktik pertanian berkelanjutan ini.

Kesimpulan

Rotasi tanaman terbukti menjadi salah satu praktik agronomi yang efektif dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Melalui penggantian jenis tanaman yang dibudidayakan secara bergilir dalam satu lahan, sistem ini mampu menjaga dan bahkan meningkatkan kesuburan tanah serta produktivitas lahan secara keseluruhan. Berbagai mekanisme ekologis dan agronomis yang terlibat dalam rotasi tanaman, seperti pemulihan dan pelestarian unsur hara, peningkatan kandungan bahan organik, stimulasi aktivitas mikroorganisme tanah, dan perbaikan struktur tanah, menunjukkan bahwa rotasi tanaman memberikan dampak positif yang holistik terhadap kesehatan tanah.

Selain manfaat terhadap aspek kesuburan tanah, rotasi tanaman juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan produktivitas lahan. Keberagaman jenis tanaman yang ditanam secara bergiliran berperan dalam menekan populasi hama dan penyakit, mengurangi ketergantungan terhadap input kimia seperti pupuk dan pestisida, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam. Hasil panen yang lebih stabil dan beragam juga memberikan keuntungan ekonomi bagi petani, terutama dalam menghadapi risiko iklim dan fluktuasi harga pasar.

Namun demikian, implementasi rotasi tanaman di tingkat lapangan masih memerlukan dukungan yang serius, terutama dari sisi kebijakan, edukasi, dan pembangunan pasar. Kurangnya pemahaman petani terhadap teknik dan manfaat rotasi tanaman, terbatasnya akses terhadap informasi dan benih yang sesuai, serta kendala ekonomi menjadi hambatan utama dalam penerapannya. Oleh karena itu, strategi yang terintegrasi antara pemerintah, akademisi, penyuluh pertanian, dan pelaku pasar sangat dibutuhkan untuk memperkuat adopsi praktik ini secara luas.

Dengan demikian, rotasi tanaman bukan hanya merupakan pilihan teknis dalam sistem budidaya, tetapi juga merupakan langkah strategis menuju pertanian yang ramah lingkungan, produktif, dan berkelanjutan. Investasi dalam penelitian, pendidikan, dan penguatan kelembagaan akan menjadi kunci dalam menjadikan rotasi tanaman sebagai pilar utama dalam pembangunan pertanian masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Tantawi, A. R., & Aziz, R. (2023). Aklimatisasi Bibit Pisang (*Musa Paradisiaca* L.) Kultur Jaringan Dengan Menggunakan Media Kompos Yang Diperkaya Dengan Mikroorganisme Dan Pasir Sungai (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Panggabean, E. L., & Pane, E. (2018). Pengaruh Konsentrasi Mikroorganisme Lokal Rebung Bambu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L).
- Kuswardani, R. A., & Indrawati, A. (2011). Uji Patogenitas *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* Terhadap Larva *Setothosea asigna* dan Larva *Oryctes rhinoceros* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lubis, S. N., & Lubis, M. M. (2007). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan dan Penawaran CPO Sumatera Utara.
- Pane, E. (2006). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Cair Orgnaik KK-1 Dengan Berbagai Waktu Pemberian Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack) di Pembibitan Utama.
- Pane, E. (2001). Penelitian Pupuk Cair Organik Agricola pada Tanaman Padi Sawah Varietas IR 64 Wedas dan Waiapoburu.
- Lubis, Y., & Siregar, R. S. (2021). Analisis Pendapatan dan Kelayakan dan Kelayakan Usaha Pengolahan Ikan Asin (Studi Kasus: Kelurahan Pasar II Natal, Kecamatan Natal Kabupaten mandailing Natal) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lubis, Z., & Lubis, M. M. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Volume Ekspor Kopi Gayo (*Purpogegus Coffea* sp) dari Aceh Tengah ke Amerika Serikat (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saragih, M., & Noor, Z. (1998). Evaluasi Kerapatan Populasi Hama Tikus Sebelum dan Sesudah Pengendalian dengan Metode Capture-Recapture di Perkebunan Kelapa Sawit.
- Lubis, Y. (2017). Analisis Pengaruh Program Pelatihan, Etos Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan di Kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara III (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lubis, Y., & Sakti, I. (2024). Pengaruh Penerapan Penilaian E-Kinerja, Kompetensi Kompetensi, Worklife Balance Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Negeri Sipil di Pemerintah Kabupaten Serdang Bedagai (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saragih, M., & Rahman, A. (2001). Kajian Sebaran dan Tingkat Parasitasi Hemiptursenus *Varicornis* Terhadap *Lirionyza* sp Pada Berbagai Tanaman Inang.
- Lubis, K. K. (2017). Tinjauan Yuridis Perjanjian Sewa Menyewa Kios Antara Pedagang dan Perusahaan Daerah Pasar (Studi di Pasar Petisah Kecamatan Medan Petisah) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Kuswardani, R., & Aziz, R. (2013). Interaksi Herbisida Glifosat dan Metsulfuron pada Gulma Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hutapea, S. (2001). Penyuluhan Pembangunan Melalui Komunikasi Dalam Upaya Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Desa.
- Siregar, T. H., & Pane, E. (2014). Penerapan T-NATT Terhadap Petugas Pertanian untuk Diklat Agribisnis Tanaman Padi pada Unit Pelaksana Teknis Pelatihan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian (UPT PP SDMP) Dinas Pertanian Provinsi Sumatera Utara.
- Siregar, T., & Pane, E. (2012). Hubungan antara Kedisiplinan Kerja dan Produktivitas Karyawan Bagian Tanaman di Kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara III Medan.
- Astuti, K., & Pane, E. (2012). Analisis Efisiensi Pemasaran Cabai Merah di Kabupaten Batu Bara.
- Lubis, Z., & Lubis, M. M. (2020). The Analysis of Factors Affecting the Export Volume of Gayo Coffee (*Purpogegus Coffea* sp) from Central Aceh to United State (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Panggabean, E. L., Simanullang, E. S., & Siregar, R. S. (2013). Analisis Model Produksi Padi, Ketersediaan Beras, Akses dan Pengeluaran Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Desa Sei Buluh Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan.
- Tantawi, A. R. (2018). Shalat Sebagai Ajang Atau Sarana Bertawarrub Kepada Allah Swt.

- Pane, E. (2008). Pengaruh Waktu Kastrasi Bunga Jantan pada Beberapa Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays* L) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saleh, K., & Lubis, M. M. (2010). Analisis Hubungan Keberhasilan Kelompok tani dengan Pengetahuan Agribisnis dan Peran Penyuluh Pertanian Studi Kasus: Petani Padi Sawah pada Kelompok Tani Gele Lungi di Kecamatan Blangkejeren Kabupaten Gayo Lues.
- Lubis, Y., & Siregar, R. S. (2021). Analisis Pendapatan dan Kelayakan dan Kelayakan Usaha Pengolahan Ikan Asin (Studi Kasus: Kelurahan Pasar II Natal, Kecamatan Natal Kabupaten Mandailing Natal) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Indrawati, A. (2014). Berita Kegiatan UMA Periode Juni & Juli 2014.
- Indrawati, A. (2013). Pengaruh Berbagai Bahan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Manis (*Brassica juncea* coss).
- Mardiana, S., & Nurcahyani, M. (2023). Analisis Strategi Pengembangan Usaha Home Industry Pembuatan Terasi Udang Rebon (*Acetes Indicus*) Di Desa Teluk Pulau Kecamatan Pasir Limau Kapas Kabupaten Rokan Hilir (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Harahap, G., & Lubis, M. M. (2019). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi dan Kelayakan Usaha Rumah Tangga Gula Aren (Studi Kasus: Kecamatan Bahorok, Kabupaten Langkat) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Rahman, A., & Pane, E. (2009). Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp).
- Lubis, Z., & Lubis, M. M. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Volume Ekspor Kopi Gayo (*Purpogegus Coffea* sp) dari Aceh Tengah ke Amerika Serikat (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Panggabean, E. L., & Aziz, R. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos Jerami Padi dan Pupuk Cair Kulit Kopi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hutapea, S. (2000). Manfaat Penginderaan Jauh Dalam Pemetaan Geologi.
- Nobriama, R. A. (2019). pengaruh pemberian pupuk organik cair kandang kelinci dan kompos limbah baglog pada pertumbuhan bibit Kakao (*Theobroma cacao* l.) Di Polibeg (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Rahman, A., & Indrawati, A. (2009). Pengaruh Pemberian Pupuk Sprint dan Berat Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea Mays*).
- Rahman, A., & Harahap, G. (2005). Kebijakan Pengembangan Agribisnis Kopi Robusta dan Kopi Arabica di Indonesia.
- Mardiana, S., & Pane, E. (2023). Pengaruh Pemberian Pupuk Petroganik dan Mulsa Batang Pisang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.).
- Panggabean, E. L., Simanullang, E. S., & Siregar, R. S. (2013). Analisis Model Produksi Padi, Ketersediaan Beras, Akses dan Pengeluaran Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Desa Sei Buluh Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan.
- Rahman, A. (2022). Efektivitas Waktu Aplikasi Dan Dosis *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Terhadap Mortalitas Hama Spodoptera frugiperda Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).
- Kuswardani, R. A., & Panggabean, E. L. (2012). Kajian Agronomis Tanaman Sayuran secara Hidroponik Sistem NFT (Nutrient Film Technique) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Siregar, A. (2021). Pengaruh Penerapan Informasi Akuntansi Manajemen Sistem Pengukuran Kinerja Dan Pengawasan Internal Terhadap Kinerja Manajerial Pada Dinas Pekerjaan Umum Medan Sunggal (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).