

PENYULUHAN ANALISIS KESUBURAN TERHADAP KUALITAS TANAH DI DESA KERSAMENAK, TAROGONG KIDUL, GARUT

Henly Yulina^{1*}, Wiara Sanchia Grafita Ryana Devi², Fadhillah Laila³, Farida Mardatila⁴

¹ Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bale Bandung,

² Prodi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Insan Cendekia Mandiri

³ Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra

⁴ Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Swadaya Gunung Jati, Cirebon

e-mail: henlyyulina2089@gmail.com, sanchiawiara@gmail.com, fadhillahlaila@gmail.com, fmardhatilla@gmail.com

Abstract

Declining rice production is a problem farmers often need help with. The problem of the Mukti Tani III farmer group in Kersamenak Village, Tarogong Kidul District, is the decline in rice yields due to soil quality and excessive use of fertilizer, which needs to be adjusted to the needs of the plants. This community service aims to introduce and increase farmers' understanding of how to determine soil fertility in the field and identify the results of soil analysis in the laboratory to determine soil quality. The methods used are counseling using the lecture method, discussion using the FGD method, and evaluation using the test method, namely comparing the pre-test and post-test results. Activities are carried out in several stages. The first stage is coordinating and socializing with the Kersamenak Village government, carrying out Focus Group Discussion (FGD) activities, and filling out the initial questionnaire. The second stage is discussion (question and answer), and the third stage is evaluation, done by filling out the final questionnaire. The evaluation results show that the participants can understand how to determine soil fertility in the field and how to identify soil analysis results in the laboratory so that participants can later determine good soil quality to increase the productivity of rice plants as the primary commodity. Participants' understanding of how to assess soil fertility directly (in the field) and indirectly (identifying soil analysis results in the laboratory) increased, as seen from the results of the post-test questionnaire, which increased general knowledge by 21.72%. Knowledge about how to determine soil fertility in the field increased by 39.13%, and how to assess soil fertility in the laboratory increased by 26.09%.

Keywords: soil fertility, productivity, physical properties, chemical properties of soil

Abstrak

Penurunan produksi padi merupakan masalah yang sering dihadapi petani. Permasalahan kelompok tani Mukti Tani III di Desa Kersamenak, Kecamatan Tarogong Kidul adalah penurunan hasil padi akibat kualitas tanah serta penggunaan pupuk berlebihan yang tidak disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Tujuan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk mengenalkan dan meningkatkan pemahaman petani tentang cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan mengidentifikasi hasil analisis tanah di laboratorium untuk menentukan kualitas tanah. Metode yang dilakukan adalah penyuluhan dengan ceramah, *Focus Group Discussion* FGD, dan evaluasi dengan metode tes, yaitu membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test*. Kegiatan tahap pertama, melakukan koordinasi dan sosialisasi dengan pemerintah Desa Kersamenak, melakukan FGD, dan pengisian kuesioner awal. Tahap kedua adalah diskusi, dan tahap ketiga evaluasi melalui pengisian kuesioner akhir. Hasil evaluasi menunjukkan peserta memahami cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan cara mengidentifikasi hasil analisis tanah di laboratorium. Pemahaman peserta tentang cara menentukan kesuburan tanah secara langsung dan tidak langsung meningkat, dengan nilai *post test* untuk pengetahuan umum meningkat sebesar 21,72%. Pengetahuan tentang cara menentukan kesuburan tanah di lapangan meningkat 39,13%, dan pengetahuan tentang cara menentukan kesuburan tanah di laboratorium meningkat 26,09%.

Kata Kunci: kesuburan tanah, produktivitas, sifat fisika, sifat kimia tanah

PENDAHULUAN

Desa Kersamenak adalah salah satu desa yang berada di Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut. Penduduk di Desa Kersamenak mayoritas memiliki mata pencaharian sebagai petani padi. Permasalahan budidaya padi di Desa Kersamenak terlihat pada pemberian pupuk yang berlebihan dan produktivitas hasil padi yang rendah sehingga mengakibatkan lahan menjadi terdegradasi, rusak secara fisik, kimia, dan biologinya serta membengkaknya pengeluaran petani (Nafi'ah & Royani, 2021). Peningkatan produksi padi menjadi sulit dan semakin berat tantangannya dengan pertambahan penduduk dan konsumsi beras yang terus meningkat, lahan sawah yang subur sebagian telah berubah menjadi properti, industri, dan terdegradasi akibat miskinnya bahan organik dalam tanah karena residu pupuk anorganik (Nafi'ah & Royani, 2021). Di sisi lain, para petani di Desa Kersamenak masih menggunakan takaran/dosis pupuk pada tanaman padi sesuai dengan kebiasaan yang dilakukan, tanpa mengetahui kebutuhan aktual pupuk untuk tanaman padi tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menentukan kesuburan tanah dengan mengetahui kriteria kualitas tanah,

sehingga aplikasi pupuk dapat sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Nitrogen (N) mempunyai peran penting bagi tanaman padi, yaitu mendorong pertumbuhan tanaman yang cepat dan memperbaiki tingkat hasil dan kualitas gabah melalui peningkatan jumlah anakan, pengembangan luas daun, pembentukan gabah, pengisian gabah, dan sintesis protein. Unsur nitrogen (N) merupakan unsur yang cepat terlihat pengaruhnya terhadap tanaman padi sawah. Peran utama unsur ini adalah merangsang pertumbuhan vegetatif (batang dan daun), meningkatkan jumlah anakan, dan meningkatkan jumlah bulir /rumpun. Kekurangan unsur nitrogen menyebabkan pertumbuhannya kerdil, daun tampak kekuning-kuningan, sistem perakaran terbatas, sedangkan kelebihan unsur nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif memanjang (lambat panen), mudah rebah, menurunkan kualitas bulir, dan menurunkan respon terhadap serangan hama/penyakit (Tando, 2018). Pupuk nitrogen memegang peranan penting dalam peningkatan produksi padi sawah, sumber pupuk nitrogen yang utama adalah urea.

Kualitas tanah adalah keadaan tanah yang menggambarkan kesehatan

tanah, memiliki produktivitas yang tinggi secara konsisten yang dapat dilihat dari sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang sehat. Tanah sehat tidak meracuni tanaman, menghasilkan makanan yang aman untuk konsumsi manusia dan hewan, serta menguntungkan petani secara berkelanjutan. Beberapa kebiasaan budidaya tanaman padi dan jagung, yaitu pemberian pupuk yang tidak berimbang, pemberian jerami bakar, pemberian pestisida yang tidak sesuai, penanaman terus-menerus, pemberian air yang tidak sesuai, dan penurunan kesuburan tanah yang dapat mempengaruhi produktivitas tanaman (Widowati et al., 2011). Kualitas tanah adalah kemampuan dan kapasitas tanah untuk menopang produktivitas tanaman, mengalirkan air, dan mendukung aktivitas penggunaan lahan oleh manusia. Pengukuran sifat-sifat tanah dapat dijadikan indikator kualitas tanah (Jannah et al., 2021).

Kualitas tanah terdiri dari sifat-sifat tanah yang semuanya memberikan informasi tentang berbagai aspek tanah sebagai sebuah sistem (Zuber et al., 2017). Kualitas fisik tanah yang baik, ditunjukkan oleh skor indeks kualitas fisik tanahnya yang tinggi, kemampuan menjamin pasokan air dan udara yang dibutuhkan oleh tanaman serta

kemudahan tanah untuk ditembus perakaran tanaman. Kualitas kimia tanah yang baik, ditunjukkan oleh skor indeks kualitas kimia tanahnya yang tinggi. Hal ini mengindikasikan jumlah unsur-unsur hara esensial tanah yang cukup serta mendukung penyediaan dan pemenuhan unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan yang proporsional (Rachman et al., 2020). Kualitas tanah sangat erat hubungannya dengan kondisi tanah (Juarti, 2016).

Beberapa faktor yang menyebabkan penurunan kualitas tanah adalah penggunaan lahan, perubahan iklim, pertumbuhan penduduk dan urbanisasi (Ramola & Kukreti, 2023). Selain itu, budidaya tanpa pengelolaan tanah yang tidak sesuai mengakibatkan degradasi serta kualitas tanah memburuk lebih cepat. Selain itu, pertumbuhan penduduk akan sejalan dengan peningkatan kebutuhan pangan. Maka tantangannya adalah memenuhi kebutuhan pangan dengan meningkatkan produktivitas hasil pertanian. Program pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini memiliki mitra kelompok tani yang bernama Mukti Tani III yang berlokasi di Desa Kersamenak, Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut. Desa Kersamenak memiliki 8 rukun warga

serta 36 rukun tetangga. Kondisi umum Desa Kersamenak secara administratif, yaitu Desa Kersamenak dibatasi oleh Desa Sukabakti, Kecamatan Tarogong Kidul di sebelah Utara, Desa Cibunar, Kecamatan Tarogong Kidul di sebelah Timur, Desa Mekarjaya, Kecamatan Bayongbong di sebelah Selatan, dan Desa Cintakarya, Kecamatan Samarang di sebelah Barat.

Data primer diperoleh dengan pengamatan atau observasi lapangan terhadap masalah dan potensi pertanian di Desa Kersamenak dan wawancara dengan pengurus kelompok tani Mukti Tani III Desa Kersamenak. Data sekunder didapatkan dari lembaga atau instansi pemerintah yang kompeten terhadap data yang akan disajikan dengan mencatat atau merekam data dan mencari informasi berdasarkan sumber data yang diperoleh, dalam hal ini yaitu data dari Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Tarogong Kidul. Berdasarkan hasil survei dan wawancara didapatkan informasi luas sawah di Desa Kersamenak adalah 126 ha dengan produksi padi yang dihasilkan berkisar antara 6-7 ton/ha dengan produktivitas yang semakin menurun akibat pemupukan yang berlebihan dan serangan hama tikus (Nafi'ah & Royani, 2021). Karena potensi hasil padi semakin

menurun, maka diperlukan upaya penentuan kesuburan tanah melalui analisis di lapangan dan laboratorium, khususnya sifat fisika, kimia, dan biologi tanah sehingga petani mengetahui kualitas tanah tersebut. Sehingga, dapat ditentukan kebutuhan pupuk berdasarkan hasil analisis tersebut. Hal ini menjadi solusi bagi kelompok tani Mukti Tani III dalam mengatur pemberian pupuk agar tidak berlebihan ke dalam tanah, sehingga pertumbuhan tanaman padi lebih optimal.

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengenalkan dan meningkatkan pemahaman petani mengenai cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan mengidentifikasi hasil analisis tanah di laboratorium dalam menentukan kualitas tanah, cara mengaplikasikan metode penentuan kesuburan tanah di lapangan, dan mengidentifikasi tanah dalam kategori sehat, sedang atau sakit, sehingga dapat ditentukan kebutuhan pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan akan meningkatkan pengetahuan peserta mengenai cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan memahami hasil analisis tanah di laboratorium, sehingga petani dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi sebagai komoditas utama.

PELAKSANAAN DAN METODE

Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 19 Mei 2023 di kelompok tani Mukti Tani III Desa Kersamenak, Tarogong Kidul, Garut. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat didahului dengan kegiatan penyuluhan yang dihadiri oleh 23 orang pengurus dan anggota kelompok tani Mukti (Gambar 1). Metode yang dilakukan adalah penyuluhan dengan metode ceramah, diskusi dengan metode FGD, dan evaluasi dengan metode pengisian kuesioner sebelum dan sesudah kegiatan, dengan membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test*. Kegiatan dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama melakukan koordinasi dan sosialisasi dengan pemerintah Desa Kersamenak dan melakukan kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) dan pengisian kuesioner awal. Tahap kedua adalah diskusi (tanya jawab) yang diharapkan muncul timbal-balik dari petani dalam memahami cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan mengidentifikasi hasil analisis tanah di laboratorium. Langkah ketiga adalah evaluasi dengan mengisi kuesioner akhir (*post-test*) untuk mengetahui jawaban dan tingkat pemahaman petani tentang penentuan kesuburan tanah di lapangan dan

identifikasi analisis tanah di laboratorium.



Gambar 1. Kegiatan PKM Pada Kelompok Tani Tarogong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Topik penyuluhan yang diberikan ada 2 (dua), yaitu teknik penentuan kesuburan tanah di lapangan dan identifikasi hasil analisis di laboratorium. Topik ini diberikan dalam bentuk ceramah yang berupa cara penentuan kesuburan tanah di lapangan (warna tanah, tekstur tanah, kemantapan agregat tanah, dan bahan organik). Sedangkan, penentuan kesuburan tanah melalui hasil analisis di laboratorium dilakukan dengan membandingkan hasil analisis tanah yang pernah diuji di laboratorium terhadap data yang telah ada, sehingga peserta mengetahui nilai kandungan unsur hara, seperti N, P, dan K yang tinggi, sedang ataupun rendah dalam tanah. Hal ini menjadi solusi bagi kelompok tani Mukti Tani III dalam mengatur pemberian

pupuk agar tidak berlebihan ke dalam tanah, sehingga pertumbuhan tanaman padi lebih optimal. Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, narasumber tidak melihat langsung kondisi kesuburan tanah di lapangan, namun kegiatan ini hanya bertujuan untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan kepada petani tentang pentingnya mengetahui cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan mengidentifikasi hasil analisis laboratorium. Hal ini dikarenakan selama ini peserta hanya memberikan pupuk sesuai dengan kebiasaan yang dilakukan tanpa mengetahui kandungan unsur hara tanah tersebut.

Hasil penelitian Widowati et al. (2011) menyatakan bahwa petani di Indonesia menggunakan pupuk nitrogen yang terdapat pada pupuk urea lebih banyak dibandingkan pupuk lainnya, seperti pupuk P dan K. Hal ini karena aplikasi nitrogen memberikan pengaruh yang cepat dan baik pada tanaman. Sehingga, pemberian pupuk N seringkali tidak efektif. Nitrogen (N) yang diserap oleh tanaman rata-rata hanya 40% dan 60% sisanya menjadi residu, berubah menjadi gas, larut, terserap oleh koloid tanah, berubah menjadi bentuk organik,

atau bahkan dipindahkan ke tempat lain melalui *run off* dan erosi.

Beberapa kasus penggunaan pupuk per musim tanam yang tinggi terjadi di sentra produksi padi di Jawa Timur dan Jawa Tengah dengan kisaran 300-600 kg urea ha⁻¹ sentra produksi jagung di Sumatera Utara dan Jawa Timur dengan kisaran 500 - 700 kg urea ha⁻¹ serta sentra tanaman sayuran di Jawa Tengah, Jawa Barat, Utara Sumatera dengan kisaran 350-1000 kg urea ha⁻¹ (Widowati et al., 2011). Padahal pemberian pupuk yang banyak, tidak menjadi acuan produktivitas padi yang optimal, namun akan meninggalkan sisa residu yang akan membuat tanah menjadi keras dan sulit untuk diolah.

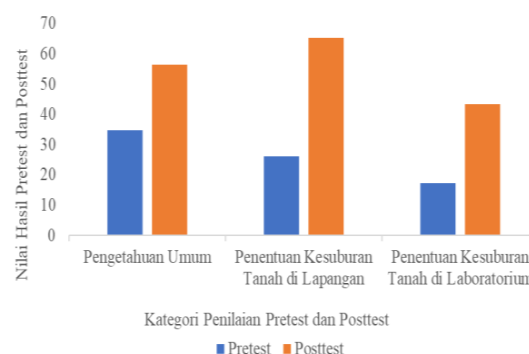
Topik pertama diberikan agar peserta lebih mengetahui berbagai teknik penentuan kesuburan tanah di lapangan baik dari sifat fisika tanah (warna tanah, tekstur tanah, dan kemantapan agregat) maupun sifat biologi tanah (bahan organik). Sifat fisika tanah yang mengidentifikasi kesuburan tanah, yaitu kadar air, kestabilan agregat, dan tekstur tanah. Tekstur tanah menunjukkan proporsi pasir, debu, dan liat. Tanah berstruktur pasir menyimpan air dan memiliki kemampuan yang lebih lemah untuk menyerap dan menukar

kation. Oleh karena itu, tingkat kesuburan pada tanah bertekstur pasir lebih rendah daripada tanah bertekstur lempung/loam.

Sementara itu, kandungan bahan organik, jumlah, dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah dapat diidentifikasi melalui sifat biologi tanah. Bahan organik yang membusuk menghasilkan asam organik, yang memiliki efek yang sangat positif pada kesuburan tanah. Adanya asam organik membuat tanah lebih stabil dan meningkatkan kapasitas air (Nurida & Kurnia, 2009). Kehadiran bahan organik di dalam tanah meningkatkan kemampuan tanah untuk menerima dan menukar kation dan melarutkan beberapa nutrisi mineral dengan asam humat serta meningkatkan ketersediaan nutrisi makro dan mikro. Peningkatan jumlah dan aktivitas mikroorganisme ditunjukkan dengan bahan organik (Sathya et al., 2016). Mikroorganisme dalam tanah dapat membantu dalam proses fiksasi nitrogen, fosfor, dan kalium serta mempercepat dekomposisi bahan organik dan perubahan unsur hara sehingga dapat digunakan oleh tanaman (Hoffland et al., 2020).

Topik kedua diberikan agar para petani terbiasa untuk menganalisis tanahnya sebelum diberikan pupuk.

Ceramah berisi hasil uji tanah dan hasil uji berbagai bahan organik, seperti pupuk kompos sampah organik dan pupuk kandang sapi di laboratorium. Sehingga, diketahui kebutuhan unsur hara tanah dan amelioran / bahan organik apa yang dapat ditambahkan ke dalam tanah untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanah tersebut, sehingga dapat memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah serta menunjang pertumbuhan tanaman.



Gambar 2. Kuesioner *Pretest* dan *Posttest* Anggota Kelompok Tani Mukti Tani III

Hasil kuesioner pada Gambar 2 menunjukkan hasil pengetahuan umum tentang cara penentuan kesuburan tanah rata-rata meningkat 21,72% dari 34,8% (*pre-test*) menjadi 56,52% (*post-test*), peningkatan terlihat dari pemahaman peserta mengenai perbedaan tanah yang subur dan tidak, dilihat dari warna dan tekstur tanahnya. Pengetahuan tentang cara menentukan kesuburan tanah di lapangan meningkat 39,13% dari 26,09% (*pre-test*) menjadi 65,22% (*post-test*).

Peningkatan terlihat dari pemahaman peserta tentang pentingnya mengetahui dan mengecek kesuburan tanah di lapangan secara langsung baik dari warna, tekstur, kemantapan agregat, dan bahan organik tanahnya. Pengetahuan tentang cara menentukan kesuburan tanah di laboratorium meningkat 26,09% dari 17,39% (*pre-test*) menjadi 43,48% (*post-test*), peningkatan terlihat dari pemahaman peserta bahwa tanah perlu dianalisis terlebih dahulu ke laboratorium untuk mengetahui dan mengidentifikasi kandungan unsur hara dalam tanah. Meskipun hal ini masih jarang bahkan sulit dilakukan karena terkendala akses dan biaya. Namun dari hasil evaluasi yang meningkat, hal ini menunjukkan kegiatan penyuluhan memberikan dampak positif untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan hasil analisis di laboratorium.

Selain itu, para peserta begitu semangat dalam mengikuti penyuluhan ini, terlihat dari para petani yang begitu serius dalam menyimak materi yang disampaikan (Gambar 3) dan begitu antusias bertanya dalam kegiatan diskusi. Tidak hanya bertanya, para petani pun membagikan pengalaman yang mereka

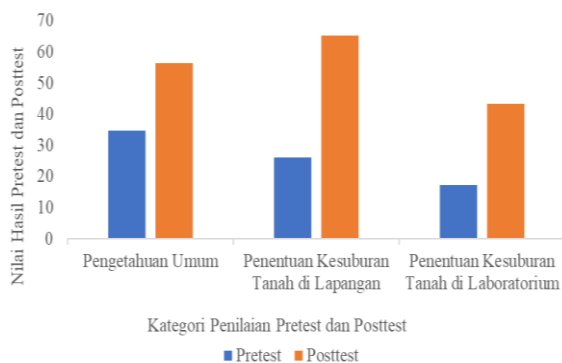
alami di lapangan (Gambar 4), persentasenya dapat dilihat pada Gambar 5, terdapat 7 orang terlihat antusias (30,47%) dan 16 orang terlihat semangat (69,57%) mengikuti kegiatan pengabdian kepada masyarakat.



Gambar 3. Suasana saat Pemaparan Materi di Kelompok Tani Mukti Tani III



Gambar 4. Suasana Diskusi Kelompok Tani Mukti Tani III



Gambar 5. Persentase Antusias dan Semangat Peserta

PENUTUP

Simpulan

Para peserta dapat memahami cara menentukan kesuburan tanah di lapangan dan cara mengidentifikasi hasil analisis tanah di laboratorium, sehingga peserta nantinya dapat menentukan kualitas tanah yang baik untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi sebagai komoditas utama.

Pemahaman peserta tentang cara menentukan kesuburan tanah secara langsung (di lapangan) dan tidak langsung (hasil analisis tanah di laboratorium) meningkat terlihat dari hasil kuesioner *post-test* meningkat untuk pengetahuan umum sebesar 21,72%. Pengetahuan tentang cara penentuan kesuburan tanah di lapangan meningkat 39,13% dan pengetahuan tentang cara

penentuan kesuburan tanah di laboratorium meningkat 26,09%.

Saran

Kegiatan pengabdian ini sudah memberikan dampak positif dalam meningkatkan pengetahuan anggota kelompok tani Mukti Tani III dalam cara menentukan kesuburan tanah secara langsung (lapangan) dan tidak langsung (hasil analisis tanah di laboratorium) untuk meningkatkan kualitas tanah. Namun, perlu dilakukan simulasi atau praktik langsung cara menentukan kesuburan tanah di lapangan serta monitoring langsung ke lapangan / lahan sawah petani.

Ucapan Terima Kasih

Tim berterima kasih kepada ketua kelompok tani Mukti Tani III yang mengizinkan kami untuk melakukan pengabdian kepada masyarakat di Desa Kersamenak, Tarogong Kidul, Garut, anggota kelompok tani Mukti Tani III Desa Kersamenak, Tarogong Kidul, Garut yang bersedia berpartisipasi, bekerjasama dan aktif selama program pengabdian kepada masyarakat ini berlangsung, BPP Kecamatan Tarogong Kidul yang berpartisipasi hadir dan bekerja sama memberikan data-data

untuk mendukung terselenggaranya pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hoffland, E., Kuyper, T. W., Comans, R. N. J., & Creamer, R. E. (2020). Eco-functionality of Organic Matter in Soils. *Plant and Soil*, 455(1–2), 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04651-9>
- Jannah, R., Dhonanto, D., & Hakim, H. F. (2021). Pemetaan Kualitas Tanah dengan Analisis Sistem Informasi Geografis di Kota Samarinda (*Mapping of Soil Quality Using Geographic Information System Analysis in Samarinda City*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(1), 50–61.
- Juarti. (2016). Analisis Indeks Kualitas Tanah Andisol Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Sumber Brantas Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 21(2), 131–144. <http://journal.um.ac.id/index.php/pendidikan-geografi/index>
- Nafi'ah, H. H., & Royani, M. (2021). Upaya Peningkatan Produksi dengan Aplikasi Hayati di Desa Kersamenak Kecamatan Tarogong Kaler Kabupaten Garut. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 10(1), 10–13.
- Nurida, N. L., & Kurnia, U. (2009). Perubahan Agregat Tanah pada Ultisols Jasinga Terdegradasi Akibat Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 30, 37–46.
- Rachman, L. M., Hazra, F., & Anisa, R. (2020). Penilaian Terhadap Sifat-Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Serta Kualitasnya Pada Lahan Sawah Marjinal. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 225–236. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.6>
- Ramola, G. C., & Kukreti, A. (2023). *Soil Degradation and Deterioration 107 6. Soil Degradation and Deterioration: Causes, Effects and Case Studies. September.*
- Sathya, A., Vijayabharathi, R., & Gopalakrishnan, S. (2016). Soil Microbes: The Invisible Managers of Soil Fertility. *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity: Vol. 2: Functional Applications*, 1–308. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2644-4>
- Tando, E. (2018). Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen

- dalam Tanah serta Serapan Nitrogen pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*, 18(2), 171–180.
<https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1190>
- Widowati, L. R., Nursyamsi, D., Rochayati, S., & Sarwani, M. (2011). Nitrogen Management on Agricultural Land in Indonesia. *Technological Challenge to Mitigate Agricultural N Emissions*, 181–195.
- Zuber, S. M., Behnke, G. D., Nafziger, E. D., & Villamil, M. B. (2017). Multivariate Assessment of Soil Quality Indicators for Crop Rotation and Tillage in Illinois. *Soil and Tillage Research*, 174, 147–155.