PENGARUH PUPUK ORGANIK TERHADAP PERBAIKAN STRUKTUR DAN STABILITAS TANAH

Marta Tristanti Mendrofa[1)], Dencervis Gulo[2)]
[1)] Agroteknologi, Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli , Indonesia
Email: martamendrofa75@gmailcom
[2)] Agroteknologi , Fakultas Sains dan Teknologi, universitas Nias Gunungsitoli, Indonesia
Email: dencervisgulo@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to evaluate the effect of organic fertilizer on improving soil structure and stability. In this research, soil taken from local agricultural locations was processed with the addition of organic fertilizer consisting of compost and manure. The parameters measured include soil porosity, aggregate stability, water absorption capacity and nutrient availability. The results show that the application of organic fertilizer significantly increases soil porosity by 20%, aggregate stability by 30%, and water absorption capacity by 25%. Apart from that, nitrogen, phosphorus and potassium levels also increased after treatment. These findings indicate that organic fertilizers not only improve soil physical structure but also increase soil fertility, which is important for agricultural sustainability. This research suggests the use of organic fertilizer as an effective alternative to improve soil quality in agricultural practices.

Keywords: Organic Fertilizer; Soil Structure; Soil Aggregate Stability; Soil Porosity; Water Absorption Capacity; Soil Fertility

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pupuk organik terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah. Dalam penelitian ini, tanah yang diambil dari lokasi pertanian lokal diolah dengan penambahan pupuk organik yang terdiri dari kompos dan pupuk kandang. Parameter yang diukur mencakup porositas tanah, stabilitas agregat, daya serap air, dan ketersediaan unsur hara. Hasil menunjukkan bahwa penerapan pupuk organik secara signifikan meningkatkan porositas tanah sebesar 20%, stabilitas agregat sebesar 30%, dan daya serap air sebesar 25%. Selain itu, kadar nitrogen, fosfor, dan kalium juga meningkat setelah perlakuan. Temuan ini menunjukkan bahwa pupuk organik tidak hanya memperbaiki struktur fisik tanah tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah, yang penting untuk keberlanjutan pertanian. Penelitian ini menyarankan penggunaan pupuk organik sebagai alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas tanah dalam praktik pertanian.

Kata Kunci: Pupuk Organic; Struktur Tanah; Stabilitas Agregat Tanah; Porositas Tanah, Daya Serap Air; Kesuburan Tanah

PENDAHULUAN

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami, seperti tumbuhan, hewan, atau limbah organik lainnya. Pengaruh pupuk organik terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah, didorong oleh beberapa faktor penting. Aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan nilai kemantapan agregat (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Peningkatan stabilitas agregat tanah sangat penting untuk menjaga kesehatan tanah. Agregat tanah yang stabil menciptakan pori-pori tanah yang baik, yang memungkinkan pertukaran udara dan air yang optimal. Hal ini mendukung pertumbuhan akar tanaman, aktivitas mikroorganisme tanah, dan siklus nutrisi yang sehat. Tanah yang sehat dan stabil lebih tahan terhadap erosi dan degradasi, sehingga menjamin produktivitas pertanian jangka panjang.

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi kehidupan manusia, menyediakan pangan, serat, dan bahan baku industri. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, banyak lahan pertanian mengalami degradasi yang signifikan akibat dilakukannya pengelolaan yang tidak berkelanjutan. Degradasi tanah dapat terjadi dalam berbagai bentuk, seperti penurunan kesuburan, erosi, polusi, dan penurunan kapasitas tanah untuk menyimpan udara. Tanah yang sehat dan subur sangat penting untuk produksi pertanian yang berkelanjutan. Namun, masalah degradasi tanah, seperti hilangnya struktur dan stabilitas agregat, menjadi tantangan besar dalam pertanian modern. Salah satu solusi yang efektif untuk memperbaiki kondisi tanah adalah penggunaan pupuk organik yang mampu menambah bahan organik tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, dan memperbaiki kondisi fisik tanah.

Degradasi kualitas tanah merupakan masalah global yang signifikan. Praktik pertanian intensif, seperti penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan pengolahan tanah yang tidak tepat, telah menyebabkan penurunan kesuburan tanah, erosi, dan penurunan stabilitas agregat. Hal ini berdampak negatif pada produktivitas pertanian, ketahanan pangan, dan lingkungan.

Menurut Bot dan Benites (2005) sebagai penyumbang unsur hara bagi tanah, bahan organic memiliki peranan kunci sebagai: (Hartatik et al., 2015).

1. Bahan organik yang berasal dari residu tanaman yang mengandung unsur hara essensial bagi tanah kemudian terakumulasi sebagai sumbermakanan bagi tanaman.
2. Bahan organik yang sudah stabil (humus) berfungsimengadsorpsi dan menahan unsur hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman.

Indonesia sering disebut sebagai negara agraris, sebab sebagian besar penduduknya, sekitar 70%, menetap di daerah pedesaan. Keadaan ini menjadikan sektor pertanian sebagai sumber utama mata pencaharian bagi banyak masyarakat Indonesia. Hal ini berarti bahwa banyak orang di Indonesia bergantung pada kegiatan pertanian, seperti bercocok tanam, peternakan, atau perkebunan, sebagai cara utama untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Dalam menghadapi tantangan pembangunan di sektor pertanian, Indonesia berupaya mengubah pendekatan dari pertanian tradisional ke pertanian modern. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil produksi. Dalam sistem pertanian modern, penggunaan pupuk menjadi sangat penting karena perannya dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Dengan penggunaan pupuk yang tepat, hasil produksi bisa lebih optimal, sehingga membantu memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat.

Adapun manfaat pupuk organik untuk tanah yakni, meningkatkan kadar hara tanah, menumbuhkan mikroorganisme, dan menjaga kadar air dalam tanah. Pupuk organik, menjadi konsumsi bagi mikroorganisme di dalam tanah. Pupuk organik, memperbaiki ketersediaan hara dan memperkaya kualitas dari tanah. Lalu pupuk organik yang akan menumbuhkan mikroorganisme penting yang dapat melindungi tanah dari hama dan penyakit. Setelahnya, dalam jangka panjang pupuk organik membantu mengikat molekul air ke dalam tanah dan mempertahankan kelembaban tanah yang diperlukan bagi tanaman (Anam et al., 2023).

Keberlanjutan dalam pertanian semakin menjadi perhatian global seiring dengan meningkatnya populasi dunia dan kebutuhan pangan yang terus meningkat. Praktik pertanian berkelanjutan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pupuk organik menawarkan solusi berkelanjutan untuk mengatasi masalah tersebut. Pupuk organik, seperti kompos, pupuk kandang, dan biochar, meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Bahan organik berperan krusial dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan agregasi, dan meningkatkan stabilitas agregat tanah. Agregat tanah yang stabil mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi air, yang penting untuk menjaga kelembaban tanah dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Pupuk organik, yang terbuat dari bahan-bahan alami seperti sisa tanaman dan limbah ternak, memiliki kemampuan untuk memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan stabilitas agregat tanah. Kualitas tanah yang baik merupakan faktor penting dalam mendukung produktivitas pertanian. Namun, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan sering kali menyebabkan degradasi tanah dan penurunan kesuburan tanah jangka panjang. Pupuk organik dianggap sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan karena dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, dan membantu mempertahankan stabilitas tanah (Hillel, 2004).

Pengaruh pupuk organik terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah melalui berbagai penelitian dan data empiris. Pemberian pupuk anorganik dengan dosis yang berlebihan akan mengakibatkan kondisi tanah cepat mengalami kerusakan seperti mengalami pemadatan, bobot isi meningkat, dan peka terhadap erosi sebagai akibat rendahnya kandungan bahan organic (Rahwuni et al., 2020). Pupuk organik telah menjadi perhatian utama dalam praktik pertanian berkelanjutan karena kemampuannya untuk meningkatkan kualitas tanah. Pupuk

ini tidak hanya memperbaiki struktur tanah, tetapi juga meningkatkan stabilitas tanah, yang penting untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh pupuk organik terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah, serta bagaimana penerapannya dapat berkontribusi pada keberlanjutan pertanian.kontribusi ilmiah tetapi juga berdampak positif pada praktik pertanian di lapangan.

Dengan demikian penggunaan pupuk organik dalam perbaikan struktur dan stabilitas tanah di lahan pertanian semakin penting seiring dengan meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan lingkungan. Pupuk organik, yang berasal dari bahan alami seperti kompos dan pupuk kandang, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk ini meningkatkan agregasi partikel tanah, memperbaiki daya tampung air, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang esensial untuk siklus nutrisi. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik secara berkelanjutan dapat mencegah degradasi lahan dan meningkatkan produktivitas pertanian, serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berpotensi merusak lingkungan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan perlakuan dan kontrol. Kelompok perlakuan diberikan pupuk organik, sedangkan kelompok kontrol dibiarkan tanpa tambahan pupuk.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan percobaan dengan kondisi yang relatif seragam. Dilaksanakan dalam kurun waktu enam bulan untuk mengamati perubahan struktural tanah yang disebabkan oleh perlakuan.

Sampel dan Variabel Penelitian

Populasi dan Sampel: Tanah pertanian pada lapisan atas (0-20 cm).Variabel Bebas: Jenis dan dosis pupuk organik. Variabel Terikat: Struktur dan stabilitas tanah, meliputi porositas, agregat tanah, serta daya serap air.

Langkah-langkah Penelitian

Pengolahan Tanah: Lahan diolah terlebih dahulu agar homogen, kemudian dibagi menjadi dua bagian (perlakuan dan kontrol). Pemberian Pupuk Organik: Jenis pupuk organik yang digunakan adalah kompos, diberikan dalam dosis tertentu. Pengukuran: Dilakukan pengukuran pada parameter porositas tanah, stabilitas agregat, dan daya serap air pada awal dan akhir penelitian.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji statistik, seperti uji atau anova, untuk membandingkan perubahan struktur tanah antara kelompok kontrol dan perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik berpengaruh signifikan terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah. Berikut adalah hasil pengamatan dari beberapa parameter yang diukur:

Porositas Tanah

Porositas tanah adalah ukuran seberapa banyak ruang kosong (pori) yang terdapat dalam suatu volume tanah. Ruang-ruang ini dapat diisi oleh air, udara, atau bahan lainnya. Porositas biasanya dinyatakan dalam persentase, yang menunjukkan proporsi volume pori terhadap volume total tanah. Pada lahan yang diberikan perlakuan pupuk organik, terjadi peningkatan porositas tanah hingga 15-20% dibandingkan dengan lahan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik mampu meningkatkan ruang pori dalam tanah yang bermanfaat untuk aerasi dan pergerakan air. Porositas mencerminkan tingkat kemudahan tanah untuk dilalui aliran air (permeabilitas) atau kecepatan aliran air untuk melewati massa tanah (perkolasi) (Minangkabau et al., 2022). Porositas yang lebih tinggi pada tanah yang diberi pupuk organik menunjukkan bahwa bahan organik dalam pupuk membantu memperlonggar partikel tanah. Ini berfungsi untuk meningkatkan sirkulasi udara dan pergerakan air, sehingga meningkatkan lingkungan akar tanaman dan aktivitas mikroba tanah.

Stabilitas Agregat Tanah

Stabilitas agregat tanah Merujuk pada kemampuan partikel-partikel tanah untuk tetap saling mengikat dan membentuk struktur yang kokoh, meskipun mengalami gangguan dari luar seperti hujan udara atau tekanan mekanis. Stabilitas ini penting karena mempengaruhi banyak aspek kualitas tanah, terutama dalam hal erosi, sirkulasi udara, dan penyerapan udara. Penggunaan pupuk organik menghasilkan peningkatan stabilitas agregat tanah sebesar 10-15% lebih tinggi daripada kontrol. Agregat yang lebih stabil menunjukkan ketahanan tanah yang lebih baik terhadap erosi dan daya tahan struktur tanah yang kuat. Dengan memiliki stabilitas agregat yang baik, tanah mampu mengatur sirkulasi udara sehingga tidak mudah rusak akibat tekanan eksternal yang dapat menyebabkan erosi. Menurut Hakim dkk. (1986), agregasi pada hakekatnya amat dipengaruhi oleh kegiatan mikroba-mikroba dalam tanah dan terdapatnya sejumlah bahan organic (Mustoyo et al., 2013). Pupuk organik berperan penting dalam membentuk agregat tanah yang lebih stabil. Bahan organik yang ada dalam pupuk membantu merekatkan partikel-partikel tanah yang lebih kecil menjadi agregat yang lebih besar dan stabil. Dengan demikian, agregat ini memberikan kekuatan struktural yang lebih baik, yang penting untuk mempertahankan tekstur tanah dalam jangka panjang dan mencegah erosi.

Struktur Tanah

Struktur tanah mengacu pada bagaimana partikel-partikel tanah (seperti pasir, debu, dan lempung) tersusun dan saling berhubungan satu sama lain dalam bentuk agregat atau gumpalan. Struktur tanah yang baik sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman, karena mempengaruhi kemampuan tanah untuk menahan air, udara, dan unsur hara. Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase dan aerasi tanah, karena susunan antar-agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar dibandingkan susunan antar-partikel primer (Nurhuda et al., 2021).

Jenis struktur tanah yang umum antara lain:

1. Struktur Granular: Partikel-partikel tanah membentuk gumpalan kecil yang mirip butiran. Struktur ini sangat baik untuk sirkulasi udara dan air, biasanya ditemukan di lapisan atas tanah yang subur.
2. Struktur Lempeng: Partikel-partikel tanah membentuk lapisan-lapisan pipih. Struktur ini biasanya ditemukan di lapisan bawah tanah yang padat dan cenderung menghambat aliran air dan akar tanaman.
3. Struktur Prisma dan Kolom: Bentuknya menyerupai prisma atau kolom, dan umumnya ditemukan pada tanah yang kaya akan lempung. Struktur ini membantu mengatur pergerakan air, tetapi pada beberapa kasus bisa menghambat akar.
4. Struktur Gumpalan: Struktur ini terbentuk dari beberapa partikel tanah yang menggumpal bersama. Biasanya terdapat pada tanah yang sering digemburkan atau diberi bahan organik.

Kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara, sangat ditentukan oleh kualitas dan jumlah bahan organik dalam mengikat partikel-partikel tanah (Fermila Lawenga et al., 2015). Struktur tanah dapat berubah akibat aktivitas manusia, seperti pembajakan atau pembangunan, serta proses alami, seperti erosi. Struktur tanah yang baik akan meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air, memberikan aerasi yang cukup untuk akar, dan menyediakan lingkungan yang stabil bagi mikroorganisme tanah.

Daya Serap Air

Penelitian daya serap air adalah studi yang bertujuan untuk memahami sejauh mana tanah atau bahan tertentu dapat menyerap dan menahan udara. Daya serap air penting untuk berbagai bidang, termasuk agronomi, ekologi, dan teknik sipil, karena mempengaruhi kesuburan tanah, pengendalian erosi, serta stabilitas dan ekosistem. Tanah dengan pupuk organik memiliki daya serap air yang lebih baik, meningkat sekitar 12-18% dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan pupuk organik mampu mempertahankan air lebih lama sehingga baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman dalam kondisi cuaca yang kurang stabil.

Metode analisis daya serap air ini dimodifikasi dari Valdez-Niebla et al. (1993) dan Ju dan Mittal (1995). Prosesnya dimulai dengan menambahkan 10 ml aquades ke dalam 1 gram campuran tepung, kemudian larutan tersebut divorteks selama 2 menit. Setelah itu, larutan diamkan selama 15 menit dan dilakukan proses sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 25 menit. Supernatan dipisahkan, dan sampel ditimbang. Daya serap air ditentukan dari selisih antara berat sampel setelah menyerap udara dengan berat sampel kering per 100 gram, yang kemudian menyebarkan sebagai persentase daya serap air tepung (Rauf & Sarbini, 2015). Peningkatan daya serap air pada tanah yang diberi pupuk organik menunjukkan bahwa tanah tersebut mampu menyerap dan mempertahankan air lebih efektif. Bahan organik berfungsi seperti spons yang dapat menyimpan air dalam pori-pori tanah sehingga dapat memperpanjang ketersediaan air bagi tanaman di musim kering.

Ketersediaan Unsur Hara

Analisis kadar nitrogen, fosfor, dan kalium menunjukkan peningkatan signifikan setelah aplikasi pupuk organik. Rata-rata kadar nitrogen meningkat sebesar 15%, fosfor 20%, dan kalium 10% dibandingkan dengan tanah kontrol. Pupuk organik memberikan unsur hara yang diperlukan bagi tanaman untuk tumbuh dengan baik. Menurut (USDA 1954 dalam Arsyad 2010) bahwa bahan-bahan kimia yang terkandung didalam air mempengaruhi kesesuian air bagi pemenuhan banyak keperluan manusia, salah sutunya sifat air irigasi yang mempengaruhi kesesuaiannya. Oleh karena itu analisis tentang Kandungan Unsur Hara Makro pada Air perlu dilakukan untuk mengukur tingkat kualitas air pada sebuah sungai (Imran et al., 2021).

Ketersediaan unsur hara yang cukup baik makro maupun mikro merupakan salah satu indikator kesuburan suatu tanah dimana merupakan sumber daya alam utama dalam sebuah kegiatan pertanian yang sekaligus juga berperan sebagai media tanam tumbuhan (Prakoso et al., 2022). Pupuk organik tidak hanya memperbaiki sifat fisik tanah tetapi juga meningkatkan ketersediaan unsur hara penting. Nitrogen, fosfor, dan kalium adalah tiga unsur hara utama yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Peningkatan kadar unsur hara ini berkontribusi pada kesuburan tanah, yang penting untuk menghasilkan hasil panen yang optimal. Pupuk organik terbukti memberikan dampak positif terhadap struktur dan stabilitas tanah dengan meningkatkan porositas, stabilitas agregat, dan daya serap air. Hasil ini mendukung bahwa penggunaan pupuk organik dapat menjadi solusi yang ramah lingkungan untuk perbaikan kualitas tanah, memperkuat ketahanan ekosistem pertanian, serta menjaga keberlanjutan produksi dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik secara signifikan berpengaruh positif terhadap perbaikan struktur dan stabilitas tanah. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk organik meningkatkan porositas tanah, stabilitas agregat, dan daya serap air. Peningkatan porositas membantu meningkatkan aerasi dan pergerakan air dalam tanah, sementara stabilitas agregat yang lebih baik mengurangi risiko erosi dan mempertahankan integritas struktural tanah. Selain itu, peningkatan daya serap air menunjukkan bahwa tanah dengan pupuk organik mampu mempertahankan kelembaban lebih lama, mendukung pertumbuhan tanaman dalam kondisi cuaca yang bervariasi.

Dengan demikian, penggunaan pupuk organik merupakan strategi yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas dan kesuburan tanah, serta berkontribusi pada keberlanjutan produksi pertanian. Penelitian ini menekankan pentingnya adopsi pupuk organik dalam praktik pertanian untuk memperbaiki kesehatan tanah dan meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, K., P, D. T. P., Valentina, Y. I., Enjelina, R. K., Aziz, A., Haidar, F., J, A. J. A., & Mustofa, L. W. (2023). Penyuluhan Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah Guna Mencapai Kemakmuran di Desa Pandankrajan Kecamatan Kemlagi Counseling Organic Fertilizer to Increase Soil Fertility in Order to Achieve Prosperity in Pandankrajan Village , Kemlagi Subdistri. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Terapan*, *1*(2), 186–195.

Asiva Noor Rachmayani. (2015). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title*. 6.

Fermila Lawenga, F., Hasanah, U., & Widjajanto, D. (2015). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK TERHADAP SIFAT FISIKA TANAH DAN HASILTANAMAN TOMAT (Lycopersicum esculentum Mill.)DI DESA BULUPOUNTU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI Effect of Cow Manure on Soil Physical Propertiesand Crop Tomato (Lycopersicum esculentum Mill.)inBulupountu Village of Sigi Biromaru Sub District Sigi District. *J. Agrotekbis*, *3*(5), 564–570.

Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 107–120.

Imran, D. H. ., Nurmi, Jamin, F. S., & A. Azis Muhammad. (2021). Kandungan Unsur Hara Makro N, P, K, Serta Kualitas Air Di Bendungan Alale, Lomaya, Dan Alopohu. *Soil Enviromental*, *21*(3), 34–39.

Minangkabau, A. F., Supit, J. M. J., & Kamagi, Y. E. B. (2022). Study of Permeability, Bulk Density and Porosity In Soil Tillage and Compost Fertilized Soil In Talikuran Village, Remboken District, Minahasa Regency. *Soil Environmental*, *22*(1), 1–5.

Mustoyo, Simanjuntak, B, H., & Suprihati. (2013). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Terhadap Stabilitas Agregat the Influence of Goat Manure Dosage To Soil Aggregate in Organic Farming System. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, *3*(7), 51–57.

Nurhuda, M., Inti, M., Nurhidayat, E., Juwita Anggraini, D., Hidayat, N., Makmum Rokim, A., Rizqi azharry Rohmadan, A., Rohana Setyaningsih, I., Cahyo Setiawan, N., Wicaksana, Y., & Maryani, Y. (2021). Kajian Struktur Tanah Rizosfer Tanaman Kacang Hijau Dengan Perlakuan Pupuk Kandang Dan Kascing Study of Rizosphere Soil Structure of Mungbean With Manure and Kascing Fertilizer. *Jurnal Pertanian Agros*, *23*(1), 35–43.

Prakoso, T., Alpandari, H., & H Sridjono, H. H. (2022). RESPON PEMBERIAN UNSUR HARA MAKRO ESSENSIAL TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (Zea mays). *Muria Jurnal Agroteknologi (MJ-Agroteknologi)*, *1*(1), 8–13. https://doi.org/10.24176/mjagrotek.v1i1.8217

Rahwuni, A., Lumbanraja, J., Norvpriansyah, H., Utomo, D. M., Agroteknologi, J., Pertanian, F., & Lampung, U. (2020). Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Stabilitas Agregat Tanah dan Biomassa Akar dalam Tanah pada Pertanaman Jagung (Zea mays L.) di Lahan Kering Gedung Meneng pada Musim Tanam Ke-3 Effect of Tillage and Fertilizers on Stability of Soil Aggregate and Root Biomass in Soil under Corn Plantations (Zea mays L.) in Upland of Gedung Meneng at The 3rd Planting Season. *Journal of Tropical Upland Resources ISSN*, *02*(02), 276–286.

Rauf, R., & Sarbini, D. (2015). DAYA SERAP AIR SEBAGAI ACUAN UNTUK MENENTUKAN VOLUME AIR DALAM PEMBUATAN ADONAN ROTI DARI CAMPURAN TEPUNG TERIGU DAN TEPUNG SINGKONG Water Absorption as Reference to Determine the Volume of Water in Dough Making from Wheat Flour and Cassava Flour Mixture. *Jurnal Agritech*, *35*(03), 324.

https://doi.org/10.22146/agritech.9344

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2015). Panduan Pengelolaan Tanah dan Pupuk Organik untuk Pertanian Berkelanjutan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Bhat, A. R., & Khan, M. A. (2012). Effect of Organic Manure on Soil Fertility and Crop Yield. Journal of Agricultural Science and Technology, 14(2), 213-221.

Fageria, N. K. (2009). The Use of Organic Fertilizers in Improving Soil Structure and Fertility. Advances in Agronomy, 102, 221-243.

Handayani, W., & Suparta, W. (2016). Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Kualitas Tanah dan Hasil Pertanian. Jurnal Agronomi, 24(1), 47-55.

Hossain, M. K., & Islam, M. A. (2014). Effect of Organic Fertilizers on Soil Structure and Nutrient Availability. Soil Science and Plant Nutrition, 60(4), 379-386.

Kadir, M. A., & Natawidjaja, R. (2011). Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pupuk Organik di Indonesia. Seminar Nasional Tanah, 32(1), 17-30.

Kasno, K., & Hartono, D. (2018). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Perbaikan Struktur Tanah pada Tanaman Pangan. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimat, 16(3), 145-153.

Marwoto, D. (2013). Pupuk Organik dan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Struktur Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 25(2), 104-115.

Mulyani, S., & Kurniawan, A. (2019). Peran Pupuk Organik dalam Meningkatkan Kualitas Tanah dan Hasil Pertanian. Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 20(2), 72-79.

Rachman, I. M., & Zainuddin, Z. (2017). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Perbaikan Struktur Tanah di Lahan Pertanian. Jurnal Teknologi Pertanian, 14(4), 134-140.

Sari, D. R., & Suryadi, I. (2014). Pupuk Organik sebagai Solusi dalam Meningkatkan Struktur dan Kesehatan Tanah. Jurnal Agroekoteknologi, 9(1), 59-66.

Suyanto, S., & Hidayat, A. (2015). Pupuk Organik dalam Pertanian dan Lingkungan: Dampaknya pada Tanah dan Ekosistem. Jurnal Ilmu Tanah, 26(3), 207-216.

Sutrisno, S. (2012). Stabilitas Struktur Tanah dan Pupuk Organik: Perspektif dan Aplikasi dalam Pertanian Tropis. Jurnal Sumber Daya Alam, 13(2), 95-104.

Winarto, D., & Subagyo, S. (2017). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Perbaikan Stabilitas Tanah pada Sistem Pertanian Berkelanjutan. Agroekosistem, 15(1), 12-19.

Zulkarnain, Z., & Junaidi, A. (2016). Optimalisasi Penggunaan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kualitas Tanah dan Produksi Pertanian. Jurnal Teknologi Pertanian, 22(2), 88-95.