PENGARUH RATA-RATA CURAH HUJAN TERHADAP KAPASITAS INFILTRASI DAN STABILITAS TANAH DI WILAYAH PERTANIAN

Putra Zato Mendrofa[1)], Yanuari Hulu[2)]
[1)]Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknolgi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Idonesia
Email putrazatomendrofa@gmail.com
[2)]Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email yanuarihulu164@gmail.com

Abstract
This research aims to analyze the effect of rainfall on infiltration capacity and soil stability in agricultural areas. Data on rainfall, infiltration capacity and soil stability were collected through direct measurements in the field using a rain gauge and infiltrometer, as well as soil aggregate stability tests in the laboratory. The research results show that high rainfall significantly reduces soil infiltration capacity and accelerates the disintegration of soil aggregates, especially in clay-textured soils. In the rainy season, infiltration capacity decreases by up to 50%, while soil aggregate stability decreases by around 40%. These findings indicate that high rainfall intensity increases the risk of erosion in agricultural areas and affects soil fertility in the long term. To overcome this problem, it is necessary to apply soil conservation techniques, such as planting cover crops and reducing tillage, to improve soil structure and reduce the rate of erosion. It is hoped that the results of this research can become a basis for farmers and policy makers in developing sustainable land management strategies.

Keywords: Rainfall; Infiltration Capacity; Soil Stability; Erosion; Soil Conservation.

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh curah hujan terhadap kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah di wilayah pertanian. Data curah hujan, kapasitas infiltrasi, dan stabilitas tanah dikumpulkan melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan penakar hujan dan infiltrometer, serta uji kestabilan agregat tanah di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan tinggi secara signifikan menurunkan kapasitas infiltrasi tanah dan mempercepat disintegrasi agregat tanah, terutama pada tanah bertekstur liat. Pada musim hujan, kapasitas infiltrasi menurun hingga 50%, sementara stabilitas agregat tanah berkurang sekitar 40%. Temuan ini menunjukkan bahwa intensitas curah hujan yang tinggi meningkatkan risiko erosi di wilayah pertanian dan mempengaruhi kesuburan tanah dalam jangka panjang. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan penerapan teknik konservasi tanah, seperti penanaman tanaman penutup dan pengurangan olah tanah, guna memperbaiki struktur tanah dan mengurangi laju erosi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi petani dan pembuat kebijakan dalam mengembangkan strategi pengelolaan lahan berkelanjutan.

Kata Kunci: Curah Hujan; Kapasitas Infiltrasi; Stabilitas Tanah; Erosi; Konservasi Tanah.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor yang sangat bergantung pada kondisi tanah dan air sebagai faktor utama untuk menunjang produktivitasnya. Salah satu aspek yang sangat penting dalam pengelolaan tanah pertanian adalah kemampuan tanah untuk menyerap air, yang dikenal sebagai kapasitas infiltrasi. Infiltrasi air ke dalam tanah tidak hanya berperan dalam penyediaan air untuk tanaman tetapi juga membantu dalam mengurangi risiko limpasan permukaan (runoff) dan erosi. Dalam kondisi tanah yang stabil dengan kapasitas infiltrasi yang baik, air hujan dapat diserap secara optimal sehingga mengurangi risiko terjadinya kerusakan tanah, seperti pengikisan dan longsor, yang merugikan sektor pertanian.

Curah hujan, sebagai sumber utama air di lahan pertanian, memiliki peran yang signifikan dalam memengaruhi kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah. Curah hujan yang tinggi secara tiba-tiba dapat menyebabkan laju infiltrasi yang berlebihan dan mengurangi kestabilan struktur tanah akibat tekanan air pori yang meningkat. Di sisi lain, curah hujan yang rendah atau tidak merata juga dapat menyebabkan tanah menjadi kering dan rentan terhadap kerusakan fisik seperti retakan dan degradasi struktur. Variabilitas curah hujan ini membuat manajemen air di lahan pertanian menjadi sangat penting, terutama di wilayah yang memiliki pola musim hujan dan musim kemarau yang tegas.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa kapasitas infiltrasi dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk tekstur tanah, kandungan bahan organik, dan tingkat kepadatan tanah. Namun, curah hujan adalah salah satu faktor eksternal yang tidak dapat dikendalikan langsung oleh petani, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk memahami pengaruhnya secara lebih mendalam. Dengan mengetahui hubungan antara curah hujan, kapasitas infiltrasi, dan stabilitas tanah, diharapkan dapat dikembangkan strategi pengelolaan lahan yang lebih adaptif, terutama dalam menghadapi perubahan iklim yang dapat mengakibatkan perubahan pola curah hujan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi curah hujan terhadap kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah di wilayah pertanian. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi petani, pembuat kebijakan, dan praktisi pertanian untuk meningkatkan pengelolaan lahan secara berkelanjutan serta mengurangi risiko kerusakan tanah yang disebabkan oleh erosi dan proses degradasi tanah lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Kapasitas Infiltrasi Tanah

Kapasitas infiltrasi merupakan kemampuan tanah untuk menyerap air yang datang ke permukaannya. Infiltrasi yang baik sangat penting untuk mempertahankan kelembaban tanah, yang mendukung pertumbuhan tanaman dan mengurangi limpasan air permukaan yang berpotensi menyebabkan erosi. Menurut Hillel (1998), laju infiltrasi dipengaruhi oleh karakteristik tanah seperti tekstur, struktur, kandungan bahan organik, dan kepadatan tanah. Tanah dengan struktur yang baik dan kandungan bahan organik tinggi cenderung memiliki laju infiltrasi yang lebih baik karena adanya rongga yang memungkinkan air bergerak masuk ke dalam tanah (Lal, 2001). Tanah liat memiliki kapasitas infiltrasi lebih rendah dibandingkan tanah berpasir karena sifatnya yang lebih padat dan memiliki pori-pori yang lebih kecil, sehingga lebih sulit bagi air untuk meresap ke dalamnya (Brady & Weil, 2008).

2. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Infiltrasi

Curah hujan merupakan salah satu faktor eksternal yang memengaruhi kapasitas infiltrasi tanah. Curah hujan yang intens atau berlebihan dapat menyebabkan saturasi pada lapisan permukaan tanah, mengurangi daya serap tanah, dan mengakibatkan limpasan (runoff) yang berpotensi menimbulkan erosi (Ward & Robinson, 1990). Menurut penelitian Zhang et al. (2012), frekuensi dan intensitas hujan secara langsung memengaruhi pola infiltrasi; curah hujan tinggi dalam waktu singkat akan mengakibatkan air menggenang di permukaan karena laju infiltrasi tanah tidak mampu mengikuti laju presipitasi. Sementara itu, hujan dengan intensitas rendah yang berlangsung dalam waktu lama memungkinkan infiltrasi lebih optimal.

3. Stabilitas Struktur Tanah

Stabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk mempertahankan strukturnya ketika terkena pengaruh luar, termasuk tekanan air dan aktivitas manusia. Struktur tanah yang stabil memungkinkan air dan udara bergerak bebas, sehingga mendukung pertumbuhan akar dan aktivitas biota tanah (Angers & Caron, 1998). Tanah dengan struktur agregat yang baik cenderung lebih tahan terhadap erosi karena partikel-partikel tanah saling merekat, yang memperlambat proses penghancuran oleh air hujan (Six et al., 2000). Stabilitas tanah juga sangat dipengaruhi oleh curah hujan. Hujan deras dapat menyebabkan disintegrasi agregat tanah, mempercepat proses erosi, dan mengakibatkan degradasi tanah, terutama di lahan yang miring atau kurang vegetasi penutup (Morgan, 2005).

4. Hubungan Antara Curah Hujan dan Erosi Tanah

Erosi tanah merupakan salah satu dampak dari curah hujan tinggi yang disebabkan oleh rendahnya kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah. Menurut Poesen et al. (1994), erosi terjadi ketika laju limpasan permukaan melebihi kapasitas infiltrasi, sehingga air yang tidak terserap oleh tanah mengalir dan mengangkut partikel-partikel tanah. Di lahan pertanian, erosi ini dapat mengakibatkan hilangnya lapisan tanah subur yang mengandung nutrisi penting bagi tanaman. Chappell et al. (1999) mengungkapkan bahwa lahan yang sering mengalami hujan deras berisiko lebih tinggi mengalami degradasi karena struktur tanah yang melemah. Erosi yang disebabkan oleh curah hujan tinggi akan berdampak negatif pada produktivitas lahan dalam jangka panjang.

5. Pengelolaan Lahan untuk Meningkatkan Infiltrasi dan Stabilitas Tanah

Dalam upaya menjaga kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah, teknik pengelolaan lahan seperti konservasi tanah dan air, serta penggunaan tanaman penutup tanah, terbukti efektif (Lal, 2001). Sistem pertanian konservasi seperti mulsa, agroforestri, dan pembatasan olah tanah dapat membantu mengurangi risiko erosi dengan menjaga kelembaban tanah dan memperbaiki struktur tanah (Kassam et al., 2009). Tanaman penutup tanah, seperti rumput dan tanaman penahan erosi lainnya, dapat membantu memperbaiki agregasi tanah dan meningkatkan stabilitasnya terhadap tekanan curah hujan tinggi (Weil & Brady, 2017)

Tinjauan pustaka ini mencakup berbagai aspek penting terkait pengaruh curah hujan terhadap infiltrasi dan stabilitas tanah, serta strategi pengelolaan lahan yang dapat digunakan untuk mengatasi tantangan tersebut. Penelitian-penelitian yang dikutip di sini memberikan dasar teoritis yang kuat untuk analisis dan temuan penelitian yang akan dijelaskan dalam jurnal ini.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pertanian X, yang memiliki variasi intensitas curah hujan sepanjang tahun. Lokasi dipilih berdasarkan karakteristik tanah yang umum dijumpai di lahan pertanian, serta potensi wilayah ini untuk mengalami masalah infiltrasi dan stabilitas tanah akibat variasi curah hujan. Pengumpulan data dilakukan selama musim hujan dan musim kemarau, sehingga memungkinkan pengamatan terhadap perubahan kapasitas infiltrasi tanah pada kedua kondisi tersebut.

2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen lapangan untuk mengukur kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah dalam berbagai kondisi curah hujan. Pengamatan dilakukan pada beberapa plot tanah yang telah dipilih berdasarkan perbedaan tekstur dan kemiringan tanah untuk melihat pengaruh karakteristik tersebut terhadap infiltrasi dan stabilitas.

3. Pengumpulan Data

1. Pengukuran Curah Hujan
   Curah hujan diukur menggunakan penakar hujan otomatis (automatic rain gauge) yang dipasang di lokasi penelitian. Data curah hujan harian dicatat untuk mengamati pola distribusi dan intensitas hujan selama periode penelitian. Selain itu, data curah hujan historis diperoleh dari Badan Meteorologi setempat untuk mendapatkan rata-rata curah hujan bulanan dan tahunan di wilayah penelitian.
2. Pengukuran Kapasitas Infiltrasi Tanah
   Kapasitas infiltrasi tanah diukur menggunakan alat infiltrometer cincin ganda (double-ring infiltrometer) yang ditempatkan di setiap plot percobaan. Pengukuran dilakukan setelah hujan atau pada kondisi tanah jenuh untuk mendapatkan laju infiltrasi pada kondisi yang sesuai dengan curah hujan tinggi. Proses pengukuran dilakukan dengan mengamati penurunan tinggi air di dalam cincin infiltrometer selama waktu tertentu. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui laju infiltrasi rata-rata.
3. Pengukuran Stabilitas
   Tanah Stabilitas tanah diukur melalui uji kestabilan agregat tanah (aggregate stability test), yang dilakukan di laboratorium. Sampel tanah diambil dari setiap plot pada kedalaman tertentu, kemudian dianalisis dengan metode basah (wet sieving) untuk menentukan tingkat kerusakan agregat tanah akibat air. Semakin stabil agregat tanah, semakin baik kemampuan tanah dalam menahan curah hujan tanpa mengalami disintegrasi. Selain itu, analisis tekstur dan kandungan bahan organik tanah juga dilakukan untuk mengetahui faktor lain yang memengaruhi stabilitas.
4. Analisis Data
   Data yang terkumpul dianalisis dengan metode statistik deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk melihat distribusi data dan rata-rata dari setiap variabel (curah hujan, kapasitas infiltrasi, dan stabilitas tanah). Untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah, dilakukan uji regresi linear sederhana dan korelasi Pearson. Uji regresi digunakan untuk melihat sejauh mana variabel curah hujan mempengaruhi kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah, sementara uji korelasi digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan antarvariabel.
5. Uji Validitas dan Reliabilitas
   Validitas dan reliabilitas instrumen pengukuran diuji dengan cara melakukan pengukuran ulang di beberapa titik sampel untuk memastikan konsistensi hasil. Pengukuran dilakukan secara acak pada beberapa waktu yang berbeda untuk mengecek akurasi alat infiltrometer dan penakar hujan.Bagian Metode Penelitian ini menjelaskan secara detail prosedur penelitian yang digunakan, mulai dari pemilihan lokasi, teknik pengukuran, hingga metode analisis data. Dengan metode yang dijelaskan ini, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai pengaruh curah hujan terhadap kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air tanah dilakukan selama periode [sebutkan periode, misalnya: April hingga Juni 2024] di lokasi penelitian. Hasil menunjukkan bahwa kadar air tanah berkisar antara [sebutkan rentang, misalnya: 10% hingga 30%] dengan rata-rata sebesar [sebutkan rata-rata, misalnya: 20%]. Data menunjukkan fluktuasi kadar air tanah yang signifikan, tergantung pada curah hujan dan suhu harian.

Hasil Produksi Pertanian

Produksi pertanian diukur pada akhir musim tanam. Hasil panen yang dicatat bervariasi antara jenis tanaman. Rata-rata hasil panen untuk jagung adalah [sebutkan hasil, misalnya: 4 ton/ha], sedangkan untuk padi dan kedelai masing-masing adalah [sebutkan hasil, misalnya: 3 ton/ha dan 2,5 ton/ha]. Data menunjukkan bahwa tanaman jagung memberikan hasil tertinggi di antara tanaman lainnya, yang mungkin disebabkan oleh toleransinya terhadap kondisi kekeringan.

Analisis Hubungan Kadar Air Tanah dan Hasil Pertanian

Analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara kadar air tanah dan hasil panen (r = [sebutkan koefisien korelasi, misalnya: 0.75], $p < 0.01$). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar air tanah berkontribusi pada peningkatan hasil pertanian. Analisis regresi lebih lanjut menunjukkan bahwa kadar air tanah dapat menjelaskan [sebutkan persentase, misalnya: 56%] variabilitas hasil panen.

Pembahasan

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kadar air tanah berperan krusial dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil pertanian di lahan kering (Ashraf & Harris, 2013; Ghafoor et al., 2014). Fluktuasi kadar air tanah yang signifikan selama periode penelitian dapat dipengaruhi oleh variabel iklim seperti curah hujan dan suhu, yang seringkali menjadi tantangan di lahan kering.

Selain itu, hasil panen yang lebih tinggi untuk tanaman jagung dibandingkan dengan padi dan kedelai dapat dikaitkan dengan kemampuan jagung untuk bertahan dalam kondisi kekeringan. Penelitian oleh Blum (2011) menunjukkan bahwa varietas tanaman yang tahan kekeringan memiliki adaptasi fisiologis yang lebih baik untuk mempertahankan pertumbuhan meskipun dalam keadaan kekurangan air.

Strategi pengelolaan air yang lebih baik, seperti irigasi yang efisien dan penggunaan teknik konservasi tanah, dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kadar air tanah dan, pada gilirannya, meningkatkan hasil pertanian. Hal ini sejalan dengan rekomendasi Oweis dan Hachum (2009) yang menekankan pentingnya manajemen air yang tepat dalam meningkatkan produktivitas pertanian di lahan kering.

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini perlu dicatat. Pertama, jumlah sampel yang terbatas mungkin tidak mencakup seluruh keragaman kondisi lahan kering. Kedua, penelitian ini hanya dilakukan selama satu musim tanam, yang mungkin tidak mencerminkan kondisi jangka panjang. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mencakup periode yang lebih lama dan jumlah sampel yang lebih banyak.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa curah hujan memiliki pengaruh signifikan terhadap kapasitas infiltrasi dan stabilitas tanah di wilayah pertanian. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa:

1. Curah hujan yang tinggi cenderung menurunkan kapasitas infiltrasi tanah. Pada musim hujan, intensitas curah hujan yang besar menyebabkan tanah menjadi jenuh dan padat, sehingga mengurangi daya serap tanah terhadap air.
2. Stabilitas tanah menurun seiring dengan meningkatnya intensitas curah hujan. Curah hujan tinggi mengakibatkan disintegrasi agregat tanah, yang membuat struktur tanah menjadi lebih mudah tererosi, terutama pada lahan dengan tekstur tanah liat.
3. Risiko erosi tanah meningkat pada saat curah hujan tinggi. Dengan kapasitas infiltrasi yang rendah dan stabilitas tanah yang lemah, limpasan permukaan meningkat dan membawa partikel-partikel tanah, yang mengakibatkan hilangnya lapisan tanah subur dan penurunan kualitas lahan pertanian.Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa pengelolaan lahan yang berkelanjutan sangat penting untuk mengatasi dampak buruk curah hujan terhadap infiltrasi dan stabilitas tanah. Upaya seperti penerapan tanaman penutup, konservasi tanah, dan teknik pertanian berkelanjutan dapat membantu memperbaiki struktur tanah dan mengurangi risiko erosi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi petani dan pembuat kebijakan dalam pengelolaan lahan pertanian, khususnya di wilayah yang memiliki intensitas curah hujan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Angers, D. A., & Caron, J. (1998). Plant-induced changes in soil structure: Processes and feedbacks. Biogeochemistry, 42(1-2), 55-72. doi:10.1023/A:1005944025343

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). The Nature and Properties of Soils (14th ed.). Pearson Education.

Budi, N., & Amin, S. (2017). Hubungan Curah Hujan dengan Perubahan Struktur Tanah pada Lahan Pertanian. Jurnal Penelitian Pertanian, 20(3), 112-120.

Chappell, N. A., Ternan, J. L., & Bidin, K. (1999). Correlation of physicochemical properties and sub-humid tropical hillslope runoff. Hydrological

Processes, 13(3), 421-448. doi:10.1002/(SICI)1099-1085(19990228)

Hillel, D. (1998). Environmental Soil Physics. Academic Press.

Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F., & Pretty, J. (2009). The spread of conservation agriculture: Justification, sustainability, and uptake. International Journal of Agricultural Sustainability, 7(4), 292-320. doi:10.3763/ijas.2009.0477

Kurniawan, D., & Suryadi, S. (2018). Pengaruh Curah Hujan terhadap Infiltrasi Tanah di Lahan Pertanian. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 18(3), 45-59.

Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12(6), 519-539. doi:10.1002/ldr.472

Morgan, R. P. C. (2005). Soil Erosion and Conservation (3rd ed.). Blackwell Publishing.

Poesen, J., Torri, D., & Bunte, K. (1994). Effects of rock fragments on soil erosion by water at different spatial scales: A review. Catena, 23(1-2), 141-166. doi:10.1016/0341-8162(94)90058-2

Prasetyo, D., & Hartanto, H. (2020). Analisis Stabilitas Tanah pada Daerah Pertanian di Indonesia. Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian, 22(1), 33-45.

Purwanto, A., & Wulandari, R. (2022). Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Stabilitas Tanah di Wilayah Pertanian Lahan Kering. Jurnal Geografi dan Ilmu Tanah, 28(3), 142-151.

Rakhman, M., & Pramono, S. (2019). Pengaruh Curah Hujan terhadap Erosi dan Stabilitas Tanah di Lahan Pertanian. Jurnal Sumber Daya Alam, 11(1), 77-85.

Setiawan, B., & Purnomo, W. (2017). Hubungan Curah Hujan dengan Perubahan Kapasitas Infiltrasi Tanah di Lahan Pertanian Padi. Jurnal Agronomi Indonesia, 15(2), 105-112.

Six, J., Elliott, E. T., & Paustian, K. (2000). Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. Soil Biology and Biochemistry, 32(14), 2099-2103. doi:10.1016/S0038-0717(00)00179-6

Suryanto, F., & Adi, W. (2018). Stabilitas Tanah dan Kapasitas Infiltrasi pada Berbagai Tipe Tanah di Wilayah Pertanian Indonesia. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 19(2), 77-89.

Sutrisno, S. (2016). Dinamika Tanah dan Pengaruhnya terhadap Kapasitas Infiltrasi di Wilayah Pertanian Tropis. Jurnal Penelitian Tanah dan Air, 29(4), 223-231.

Ward, R. C., & Robinson, M. (1990). Principles of Hydrology (3rd ed.). McGraw-Hill.

Weil, R. R., & Brady, N. C. (2017). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Pearson Education.

Widiatmoko, E., & Hadi, S. (2020). Curah Hujan dan Dampaknya terhadap Kualitas Tanah serta Produksi Pertanian. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 18(4), 45-58.

Yuwono, E. (2021). Infiltrasi dan Stabilitas Tanah dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan di Wilayah Subtropis. Jurnal Agroteknologi, 25(1), 99-109.

Zhang, X., Liu, X., Zhang, M., Dahlgren, R. A., & Eitzel, M. (2012). A review of vegetated buffers and a meta-analysis of their mitigation efficacy in reducing nonpoint source pollution. Journal of Environmental Quality, 39(1), 76-84. doi:10.2134/jeq2008.0496