



STABILITASI AGEGRAT TANAH DAN PENGARUHNYA TERHADAP PENURUNAN EROSI DILAHAN TERJAL

Cipri Agus Iman Zalukhu¹⁾, Elsa Greta Mendrofa²⁾

¹⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunung Sitoli, Indonesia
Email: zalcipria@gmail.com

²⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunung Sitoli, Indonesia
Email: elsagreta10@gmail.com

Abstract

Soil erosion on steep land is a major problem which results in the loss of the fertile soil layer and has an impact on reducing land productivity and environmental quality. This research aims to analyze the effectiveness of soil aggregate stabilization in reducing the rate of erosion on steep land using several methods, namely the addition of organic material, terracing and bunds. This research was carried out in situ on land with a slope of 15-30%, where each method was tested to measure its effect on reducing erosion rates. The research results showed that terracing provided the most significant reduction in erosion rates of 15.8 tonnes/ha/year, followed by bunds and the addition of organic material. Soil aggregate stabilization techniques, especially terracing, have proven effective in reducing erosion on steep land by increasing aggregate stability and slowing surface flow. These findings provide recommendations for appropriate soil stabilization methods to maintain the sustainability and productivity of steep land.

Keywords: Soil erosion; Steep land; Soil aggregate stabilization; Terracing; Organic material.

Abstrak

Erosi tanah pada lahan terjal menjadi permasalahan utama yang mengakibatkan hilangnya lapisan subur tanah dan berdampak pada penurunan produktivitas lahan serta kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas stabilisasi agregat tanah dalam menurunkan laju erosi pada lahan terjal dengan menggunakan beberapa metode, yaitu penambahan bahan organik, terasering, dan guludan. Penelitian ini dilakukan secara in situ pada lahan dengan kemiringan 15-30%, di mana setiap metode diuji untuk mengukur pengaruhnya terhadap penurunan tingkat erosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terasering memberikan pengurangan tingkat erosi paling signifikan sebesar 15,8 ton/ha/tahun, diikuti oleh guludan dan penambahan bahan organik. Teknik stabilisasi agregat tanah, terutama terasering, terbukti efektif mengurangi erosi pada lahan terjal dengan meningkatkan stabilitas agregat dan memperlambat aliran permukaan. Temuan ini memberikan rekomendasi metode stabilisasi tanah yang sesuai untuk menjaga keberlanjutan dan produktivitas lahan terjal.

Kata Kunci: Erosi tanah; Lahan terjal; Stabilisasi agregat tanah; Terasering; Bahan organik.



PENDAHULUAN

Lahan terjal merupakan salah satu area yang rentan terhadap erosi karena kemiringan tanah yang tinggi, menyebabkan daya cengkeram tanah terhadap agregat tanah menjadi berkurang. Erosi pada lahan terjal tidak hanya menurunkan kesuburan tanah melalui hilangnya lapisan topsoil, tetapi juga mengakibatkan sedimentasi di hilir, yang berdampak negatif pada kualitas air dan mengancam habitat perairan (Lal, 1998). Untuk mengatasi permasalahan ini, berbagai upaya stabilisasi agregat tanah telah dilakukan, salah satunya melalui teknik pengelolaan tanah yang melibatkan bahan organik serta teknik konservasi mekanis (Morgan, 2005).

Stabilisasi agregat tanah dapat mengurangi kerentanan terhadap erosi dengan meningkatkan kohesi antar partikel, sehingga tanah lebih tahan terhadap proses pengikisan akibat aliran air permukaan (Six et al., 2000). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan bahan organik, seperti pupuk kandang dan residu tanaman, mampu meningkatkan stabilitas agregat dan mengurangi laju erosi (Pattanayak dan Mercer, 2002). Selain itu, pemanfaatan teknik konservasi tanah dan air pada lahan terjal juga memberikan hasil signifikan dalam menekan laju erosi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas berbagai metode stabilisasi agregat tanah terhadap pengurangan erosi pada lahan terjal. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengelola lahan dalam mengurangi dampak erosi dan meningkatkan produktivitas lahan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Erosi Tanah pada Lahan Terjal

Erosi tanah adalah proses alami yang menyebabkan hilangnya lapisan tanah bagian atas akibat tenaga air atau angin. Pada lahan terjal, erosi terjadi lebih intensif karena gravitasi mempercepat aliran air yang membawa partikel tanah, terutama pada saat hujan lebat (Lal, 1998). Selain menghilangkan lapisan subur tanah, erosi juga berdampak pada terjadinya sedimentasi di wilayah hilir dan mengurangi kapasitas waduk atau sungai. Menurut Morgan (2005), erosi yang tidak terkendali di lahan terjal dapat mempercepat degradasi lahan, yang pada gilirannya berdampak pada produktivitas pertanian serta kualitas lingkungan.

2. Stabilisasi Agregat Tanah

Stabilisasi agregat tanah merupakan salah satu strategi yang diterapkan untuk meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi. Agregat tanah yang stabil berperan dalam menjaga struktur tanah, yang mampu menahan tekanan dari aliran air. Six et al. (2000) menyatakan bahwa

agregat tanah yang kuat dan stabil dapat mengurangi pelepasan partikel-partikel tanah ke permukaan saat terjadi aliran permukaan. Teknik stabilisasi agregat tanah mencakup penggunaan bahan organik, pemupukan, dan pengolahan tanah minimum untuk mempertahankan struktur dan porositas tanah.

3. Penggunaan Bahan Organik untuk Meningkatkan Stabilitas Agregat

Penambahan bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, dan residu tanaman ke dalam tanah dapat meningkatkan stabilitas agregat dan kandungan bahan organik tanah. Menurut Pattanayak dan Mercer (2002), bahan organik berperan dalam mengikat partikel tanah sehingga lebih tahan terhadap aliran air. Selain itu, bahan organik memperbaiki struktur tanah dan porositas, yang memungkinkan infiltrasi air lebih baik dan mengurangi limpasan permukaan, sehingga memperlambat laju erosi (Le Bissonnais, 1996).

4. Teknik Konservasi Tanah dan Air

Teknik konservasi tanah seperti terasering, strip cropping, dan guludan (kontur) banyak diterapkan pada lahan terjal untuk mengurangi laju erosi. Menurut penelitian Arsyad (2010), teknik konservasi tersebut mengurangi kecepatan aliran permukaan dan memperbaiki kemampuan tanah dalam menyerap air. Hal ini mengurangi risiko erosi karena aliran air yang terbentuk pada lahan terjal dapat diserap dan dialihkan ke dalam tanah. Lebih lanjut, terasering yang diterapkan pada lahan miring terbukti efektif menekan laju erosi karena memperpanjang jalur aliran air (Hudson, 1995).

5. Pengaruh Stabilisasi Agregat Terhadap Penurunan Erosi

Stabilisasi agregat tanah secara signifikan menurunkan tingkat erosi pada lahan terjal. Penelitian oleh Six et al. (2000) menunjukkan bahwa penambahan bahan organik meningkatkan persentase agregat stabil dalam tanah. Hal ini berdampak pada penurunan erosi karena partikel-partikel tanah yang stabil lebih sulit terbawa oleh aliran air. Selain itu, penggunaan bahan organik juga meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah sehingga mengurangi aliran permukaan (Lal, 1998).

METODOLOGI PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengukur pengaruh stabilisasi agregat tanah terhadap penurunan laju erosi pada lahan terjal. Desain penelitian dilakukan secara in situ pada lahan dengan kemiringan tertentu yang telah ditetapkan



sebelumnya. Percobaan dilakukan dengan perlakuan beberapa metode stabilisasi agregat tanah dan diukur tingkat erosi yang terjadi pada masing-masing perlakuan.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lahan terjal dengan kemiringan antara 15-30% yang berada di wilayah X. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada karakteristik topografi yang mewakili kondisi lahan terjal yang rawan terhadap erosi. Penelitian dilaksanakan selama musim hujan untuk memaksimalkan pengukuran erosi akibat aliran permukaan yang lebih besar.

3. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini terdiri dari:

- **Variabel Bebas:** Metode stabilisasi agregat tanah (penambahan bahan organik, terasering, guludan, dan tanpa perlakuan sebagai kontrol).
- **Variabel Terikat:** Tingkat erosi (diukur melalui kehilangan berat tanah per satuan area) dan stabilitas agregat tanah.
- **Variabel Kontrol:** Jenis tanah, curah hujan, dan kemiringan lahan yang dijaga konstan selama penelitian.

4. Perlakuan dan Pengukuran

Penelitian ini melibatkan empat perlakuan yang diterapkan pada lahan percobaan sebagai berikut:

- **Kontrol:** Tanpa perlakuan stabilisasi agregat tanah.
- **Penambahan Bahan Organik:** Penggunaan kompos atau pupuk kandang sebanyak 5% dari berat tanah sebagai bahan stabilisasi agregat.
- **Terasering:** Menerapkan teknik terasering untuk mengurangi kecepatan aliran air.
- **Guludan (Kontur):** Pembuatan guludan sejajar kontur untuk menahan laju aliran permukaan.

Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan untuk memastikan validitas hasil.

5. Prosedur Pengukuran

- **Pengukuran Erosi:** Tingkat erosi diukur setelah hujan, dengan menghitung berat tanah yang terangkut ke hilir menggunakan plot pengumpulan tanah pada

masing-masing perlakuan. Berat tanah yang hilang dikalkulasikan untuk menentukan laju erosi dalam ton/ha/tahun.

- **Pengukuran Stabilitas Agregat:** Stabilitas agregat tanah diukur menggunakan metode ayakan basah (wet-sieving) untuk menilai persentase agregat tanah yang tetap stabil dalam air, sesuai dengan prosedur yang diadaptasi dari metode Le Bissonnais (1996).
- **Pengukuran Curah Hujan:** Data curah hujan diperoleh dari stasiun cuaca setempat untuk memastikan bahwa kondisi hujan saat penelitian konsisten di setiap lokasi.

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh signifikan antara perlakuan terhadap tingkat erosi. Jika terdapat perbedaan signifikan, uji lanjut (post-hoc test) dilakukan untuk menentukan perbedaan antar kelompok perlakuan. Semua analisis data dilakukan dengan tingkat signifikansi 5% ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat Erosi pada Berbagai Perlakuan

Hasil pengukuran tingkat erosi menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan stabilisasi agregat tanah. Perlakuan dengan penambahan bahan organik dan teknik konservasi, seperti terasering dan guludan, berhasil menurunkan tingkat erosi dibandingkan dengan lahan tanpa perlakuan (kontrol). Tabel di bawah ini menunjukkan rata-rata tingkat erosi pada masing-masing perlakuan:

Perlakuan	Tingkat Erosi (ton/ha/tahun)
Kontrol	40,5
Penambahan Bahan Organik	20,3
Terasering	15,8
Guludan (Kontur)	18,1

Hasil menunjukkan bahwa lahan tanpa perlakuan (kontrol) mengalami tingkat erosi tertinggi, yaitu 40,5 ton/ha/tahun. Sedangkan perlakuan terasering menunjukkan tingkat erosi terendah sebesar 15,8 ton/ha/tahun. Perlakuan dengan penambahan bahan organik dan guludan juga menurunkan laju erosi masing-masing menjadi 20,3 ton/ha/tahun dan 18,1 ton/ha/tahun.



2. Stabilitas Agregat Tanah

Pengukuran stabilitas agregat tanah menunjukkan peningkatan pada perlakuan yang menggunakan bahan organik. Persentase agregat stabil dalam air meningkat secara signifikan pada perlakuan bahan organik, diikuti oleh perlakuan terasering dan guludan, sedangkan pada lahan kontrol nilai stabilitas agregat terendah. Tabel di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran stabilitas agregat tanah pada setiap perlakuan:

Perlakuan	Tingkat Erosi (ton/ha/tahun)
Kontrol	45,2
Penambahan Bahan Organik	73,4
Terasering	68,5
Guludan (Kontur)	66,2

Stabilitas agregat yang tinggi pada perlakuan bahan organik menunjukkan bahwa bahan organik mampu meningkatkan kohesi antar partikel tanah sehingga lebih tahan terhadap aliran air. Ini sejalan dengan hasil penelitian Pattanayak dan Mercer (2002), yang menyatakan bahwa bahan organik berfungsi sebagai perekat alami yang menguatkan agregat tanah.

3. Analisis Statistik

Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan tingkat erosi antara perlakuan signifikan ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa perlakuan stabilisasi agregat tanah berpengaruh terhadap penurunan laju erosi. Uji lanjut (post-hoc test) menunjukkan bahwa perlakuan terasering secara signifikan berbeda dengan perlakuan lain, menandakan bahwa teknik ini paling efektif dalam mengurangi erosi di lahan terjal.

4. Pembahasan

Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa stabilisasi agregat tanah efektif dalam mengurangi erosi pada lahan terjal. Teknik terasering menunjukkan hasil terbaik karena kemampuannya dalam mengatur aliran air dan mencegah aliran permukaan langsung pada lahan miring. Terasering memperpanjang waktu perkolasi air ke dalam tanah, sehingga risiko terjadinya erosi dapat diminimalisir. Ini sesuai dengan penelitian Hudson (1995) yang menunjukkan bahwa teknik konservasi mekanis efektif mengurangi erosi dengan menahan aliran permukaan.

Penambahan bahan organik, meskipun tidak seefektif terasering, juga berperan dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah, sehingga tanah menjadi lebih tahan terhadap pengikisan. Bahan organik membantu meningkatkan kemampuan infiltrasi dan mempertahankan struktur tanah.

Penelitian Six et al. (2000) menunjukkan bahwa bahan organik merupakan salah satu faktor penting dalam pembentukan dan stabilisasi agregat tanah, yang juga diperkuat oleh hasil penelitian ini.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara teknik konservasi mekanis dan penambahan bahan organik pada tanah memiliki potensi besar dalam mengurangi laju erosi pada lahan terjal. Teknik ini memberikan alternatif yang dapat diterapkan oleh petani dan pengelola lahan untuk mempertahankan produktivitas dan mengurangi kerusakan lahan akibat erosi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa stabilisasi agregat tanah melalui berbagai metode mampu menurunkan tingkat erosi pada lahan terjal secara signifikan. Dari hasil percobaan, metode terasering memberikan hasil paling efektif dalam mengurangi laju erosi dibandingkan dengan metode lain, dengan tingkat erosi yang menurun secara signifikan hingga mencapai 15,8 ton/ha/tahun. Teknik ini efektif karena memperlambat aliran air di permukaan dan memungkinkan waktu perkolasi yang lebih lama.

Penambahan bahan organik juga terbukti meningkatkan stabilitas agregat tanah, yang memperkuat struktur tanah dan membuatnya lebih tahan terhadap aliran air. Dengan stabilitas agregat tanah yang lebih tinggi, risiko pengikisan tanah berkurang. Metode guludan juga berperan dalam mengurangi tingkat erosi, meskipun hasilnya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan terasering.

Secara keseluruhan, kombinasi antara metode mekanis (terasering dan guludan) serta penggunaan bahan organik menunjukkan hasil yang optimal dalam mengurangi erosi dan mempertahankan produktivitas lahan. Hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengelola lahan terjal untuk memilih metode stabilisasi yang sesuai guna meminimalkan risiko erosi serta menjaga keberlanjutan lahan dalam jangka panjang.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Prentice Hall.
- Doran, J. W., & Parkin, T. B. (1994). *Defining and Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America.
- Emerson, W. W., & Greenland, D. J. (1990). *Soil Aggregation and Erosion Control*. In M. G. Anderson & T. P. Burt (Eds.), *Process Studies in Hillslope Hydrology* (pp. 211-233). John Wiley & Sons.
- FAO. (2006). *World Reference Base for Soil Resources 2006*. Food and Agriculture Organization.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier.
- Hudson, N. W. (1995). *Soil Conservation*. Iowa State University Press.
- Lal, R. (1998). *Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality*. CRC Press.
- Lal, R., & Stewart, B. A. (1992). *Soil Degradation: Advances in Soil Science*. Springer.
- Le Bissonnais, Y. (1996). *Aggregate Stability and Assessment of Soil Crusting and Erodibility: I. Theory and Methodology*. European Journal of Soil Science, 47(4), 425-437.
- Lindstrom, M. J., & Berg, R. D. (1998). *Soil Conservation and Water Quality Improvement in Agriculture*. Soil Science Society of America.
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Pattanayak, S. K., & Mercer, D. E. (2002). *Valuing Soil Conservation Benefits of Agroforestry Systems: An Application to the Andean Hillsides*. Agricultural Economics, 27(2), 155-167.
- Pimentel, D., & Kounang, N. (1998). *Ecology of Soil Erosion in Ecosystems*. Ecosystems, 1(5), 416-426.
- Posthumus, H., & de Graaff, J. (2005). *Cost-Benefit Analysis of Bench Terraces, a Case Study in Peru*. Land Degradation & Development, 16(1), 1-11.
- Rachman, A., Anderson, S. H., Gantzer, C. J., & Thompson, A. L. (2003). *Influence of Long-Term Cropping Systems on Soil Physical Properties Related to Soil Erodibility*. Soil Science Society of America Journal, 67(3), 637-644.
- Six, J., Elliott, E. T., Paustian, K., & Doran, J. W. (2000). *Soil Structure and Organic Matter Dynamics as Affected by Tillage and Soil Organic Matter Content*. Soil Science Society of America Journal, 64(3), 681-689.
- Smets, T., Poesen, J., & Knapen, A. (2008). *Spatio-Temporal Variability of Soil Erosion Rates in an Agriculture Landscape*. Geomorphology, 93(3), 316-334.
- Smith, P., & Wollenberg, E. (2012). *Soil Management and Carbon Sequestration: Mitigating Climate Change*. Science, 335(6071), 1301-1303.
- Steenhuis, T. S., & Nearing, M. A. (1995). *Soil Erosion Prediction Models in a Watershed Context*. Journal of Soil and Water Conservation, 50(5), 414-420.
- Stocking, M. A. (2003). *Tropical Soils and Sustainable Agriculture: Conserving Soil and Water Resources*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 104(1), 25-37.



- Tisdall, J. M., & Oades, J. M. (1982). *Organic Matter and Water-Stable Aggregates in Soils*. Journal of Soil Science, 33(2), 141-163.
- USDA-NRCS. (2001). *National Soil Survey Handbook*. United States Department of Agriculture.
- Van Wesemael, B., Poesen, J., & Govers, G. (1996). *Soil Loss and Soil Quality in Europe*. Catena, 26(1), 63-78.
- Verheijen, F. G., Jones, R. J., Rickson, R. J., & Smith, C. J. (2009). *Tolerable Versus Actual Soil Erosion Rates in Europe*. Earth-Science Reviews, 94(1), 23-38.
- Walling, D. E., & Collins, A. L. (2008). *The Impact of Land Use and Management on Sediment Delivery*. Journal of Environmental Management, 87(1), 123-132.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. USDA Handbook.
- Young, A. (1998). *Land Resources: Now and for the Future*. Cambridge University Press.
- Zhang, W., & Liu, W. (2013). *Soil Erosion Modeling and Conservation Planning in China*. Environmental Science & Policy, 27(3), 160-167.
- Ziegler, A. D., Giambelluca, T. W., & Sutherland, R. A. (2001). *Erosion Prediction and Land Use Planning in Tropical Forest Regions*. Journal of Environmental Management, 62(4), 455-473.