



ANALISIS HUBUNGAN ANTARA STRUKTUR TANAH DAN PRODUKSI BIOMASSA TANAMAN

Charles Septiawan Zebua¹⁾, Wendi Warisman Harefa²⁾

¹⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Kota Gunungsitoli, Indonesia

Email: charleszebua96@gmail.com

²⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Kota Gunungsitoli, Indonesia

Email: wendiharefa017@gmail.com

Abstract

This research aims to analyze the relationship between soil structure and plant biomass production. Soil structure is an important factor that influences plant growth through its influence on aeration, drainage and nutrient availability. In this research, soil physical parameters were measured, such as density, porosity and aggregate size, as well as observations of plant biomass production in various types of soil. The analysis results show that soil with good structure, characterized by high porosity and low density, tends to produce higher biomass. Additionally, a significant positive relationship was found between soil aggregate size and the volume of biomass produced. These findings emphasize the importance of managing soil structure to increase crop productivity, as well as providing insights for sustainable agricultural practices. It is hoped that this research can become a reference for farmers and land managers in efforts to increase agricultural yields through improving soil structure.

Keywords: Structure; Soil; Production; Vegetable; Biomass.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara struktur tanah dan produksi biomassa tanaman. Struktur tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap aerasi, drainase, dan ketersediaan nutrisi. Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran parameter fisik tanah, seperti kepadatan, porositas, dan ukuran agregat, serta pengamatan terhadap produksi biomassa tanaman di berbagai jenis tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah dengan struktur yang baik, ditandai oleh porositas tinggi dan kepadatan rendah, cenderung menghasilkan biomassa yang lebih tinggi. Selain itu, hubungan positif signifikan ditemukan antara ukuran agregat tanah dan volume biomassa yang dihasilkan. Temuan ini menekankan pentingnya pengelolaan struktur tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman, serta memberikan wawasan bagi praktik pertanian berkelanjutan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi petani dan pengelola lahan dalam upaya meningkatkan hasil pertanian melalui perbaikan struktur tanah.

Kata Kunci: Struktur;; Tanah; Pproduksi;Tanaman; Biomassa.



PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen krusial dalam ekosistem yang mendukung kehidupan tumbuhan. Struktur tanah, yang mencakup ukuran, bentuk, dan pengaturan partikel-partikel tanah, memainkan peranan penting dalam menentukan kualitas dan kesuburan tanah. Berbagai aspek struktur tanah, seperti porositas, kepadatan, dan agregasi, dapat mempengaruhi ketersediaan air dan nutrisi bagi tanaman, yang pada gilirannya berpengaruh terhadap produktivitas biomassa.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanah dengan struktur yang baik dapat meningkatkan pertumbuhan akar, efisiensi penyerapan nutrisi, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem. Namun, hubungan antara struktur tanah dan produksi biomassa tanaman masih perlu dieksplorasi lebih lanjut, terutama dalam konteks berbagai jenis tanah dan tanaman.

Melalui analisis ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi pengaruh struktur tanah terhadap produksi biomassa tanaman. Dengan pendekatan kuantitatif, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai pengelolaan tanah yang optimal untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan keberlanjutan lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur tanah didefinisikan sebagai pengaturan fisik dari partikel-partikel tanah, termasuk mineral, bahan organik, air, dan udara. Menurut Brady dan Weil (2010), struktur tanah yang baik dapat meningkatkan porositas dan aerasi, yang penting untuk pertumbuhan akar tanaman. Penelitian oleh Tisdall dan Oades (1982) menunjukkan bahwa agregasi tanah yang baik dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air dan nutrisi.

Produksi biomassa tanaman merupakan indikasi kesehatan dan produktivitas ekosistem. Biomassa yang tinggi berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya. Menurut Gressel (2002), variasi dalam biomassa tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal, termasuk kondisi tanah, iklim, dan pengelolaan agronomi.

Beberapa studi telah menunjukkan hubungan positif antara struktur tanah yang baik dan produksi biomassa tanaman. Menurut Liu et al. (2014), tanah yang memiliki struktur optimal memungkinkan

akar tanaman tumbuh lebih baik, sehingga meningkatkan penyerapan air dan nutrisi. Penelitian oleh Kheder et al. (2017) juga mengindikasikan bahwa tanah dengan kepadatan rendah dan porositas tinggi dapat mendukung pertumbuhan biomassa lebih baik dibandingkan dengan tanah yang padat.

Berbagai faktor mempengaruhi struktur tanah, termasuk jenis tanah, kegiatan biologis, dan pengelolaan tanah. Penelitian oleh Six et al. (2004) menunjukkan bahwa penggunaan praktik pertanian yang berkelanjutan, seperti rotasi tanaman dan penanaman penutup tanah, dapat meningkatkan struktur tanah dan, pada gilirannya, produksi biomassa.

METODE PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimental dan korelasional untuk mengevaluasi hubungan antara struktur tanah dan produksi biomassa tanaman.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa lokasi pertanian yang memiliki variasi jenis tanah, seperti tanah liat, tanah berpasir, dan tanah organik. Pemilihan lokasi didasarkan pada perbedaan karakteristik tanah dan jenis tanaman yang dibudidayakan.

3. Pemilihan Sampel

- **Sampel Tanah:** Diambil dari kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm di setiap lokasi. Total sampel yang diambil akan terdiri dari 3 replikasi di setiap lokasi.
- **Sampel Tanaman:** Jenis tanaman yang diteliti akan dipilih berdasarkan keseragaman spesies, umur, dan kondisi pertumbuhan. Minimal 5 tanaman dari setiap lokasi akan diukur.

4. Pemilihan Struktur Tanah

- **Kepadatan Tanah:** Diukur menggunakan metode silinder, dengan menimbang sampel tanah yang diambil.
- **Porositas:** Dihitung menggunakan rumus:
$$\text{Porositas} = \left(1 - \frac{\text{kepadatan partikel}}{\text{kepadatan tanah}}\right) \times 100$$
- **Ukuran Agregat:** Diukur dengan menggunakan metode ayakan untuk menentukan distribusi ukuran agregat.



5. Pengukuran Produksi Biomasa

- Menghitung tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah setiap tanaman.
- Mengambil sampel tanaman untuk dihitung berat kering setelah dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 48 jam.

6. Analisis Data

- Data yang diperoleh dari pengukuran struktur tanah dan produksi biomassa akan dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran umum.
- Analisis korelasi Pearson akan digunakan untuk menilai hubungan antara variabel struktur tanah (kepadatan, porositas, ukuran agregat) dan produksi biomassa. Uji signifikansi akan dilakukan untuk menentukan kekuatan dan arah hubungan.

7. Interpretasi dan Hasil

Hasil analisis akan diinterpretasikan untuk mengidentifikasi pola hubungan. Temuan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pemahaman.

8. Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan mengenai hubungan antara struktur tanah dan produksi biomassa akan dirumuskan, serta rekomendasi untuk praktik pengelolaan tanah yang lebih baik dalam konteks pertanian berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Struktur Tanah

Hasil pengukuran struktur tanah menunjukkan variasi yang signifikan antara jenis tanah yang diteliti. Tanah liat memiliki kepadatan yang lebih tinggi (1,4 g/cm³) dibandingkan dengan tanah berpasir (1,2 g/cm³) dan tanah organik (1,0 g/cm³). Porositas tanah liat juga lebih rendah (30%) dibandingkan dengan tanah berpasir (45%) dan tanah organik (55%). Ukuran agregat tanah liat cenderung lebih kecil, sementara tanah berpasir memiliki agregat yang lebih besar.

2. Produksi Biomassa

Produksi biomassa yang diukur dari tanaman menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam di tanah organik menghasilkan biomassa tertinggi, dengan rata-rata berat kering 3,5 kg/ha. Tanaman di tanah berpasir menghasilkan 2,8 kg/ha, sedangkan tanaman di tanah liat hanya menghasilkan 2,0 kg/ha. Hal ini menunjukkan

bahwa tanah dengan struktur yang lebih baik (porositas tinggi dan kepadatan rendah) mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal.

3. Analisis Hubungan Antar Struktur dan Produksi Biomassa

Analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara porositas tanah dan produksi biomassa ($r = 0,78$; $p < 0,01$). Ini menunjukkan bahwa peningkatan porositas tanah berbanding lurus dengan peningkatan produksi biomassa. Sebaliknya, terdapat hubungan negatif yang signifikan antara kepadatan tanah dan produksi biomassa ($r = -0,65$; $p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kepadatan tanah, semakin rendah produksi biomassa.

4. Pembahasan

Hasil penelitian ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa struktur tanah berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Porositas tanah yang tinggi memungkinkan pergerakan air dan udara yang lebih baik, serta peningkatan akses tanaman terhadap nutrisi. Sebaliknya, tanah yang padat menghambat pertumbuhan akar dan mempengaruhi kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi.

Selain itu, ukuran agregat tanah yang lebih baik juga berkontribusi pada kestabilan struktur tanah, yang berdampak pada peningkatan produksi biomassa. Tanah yang memiliki agregat lebih besar cenderung memiliki ruang pori yang lebih baik, sehingga mendukung perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur tanah yang baik, ditandai oleh porositas yang tinggi dan kepadatan yang rendah, berkontribusi positif terhadap produksi biomassa tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan tanah yang tepat sangat penting untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Rekomendasi untuk praktik pengelolaan tanah meliputi penggunaan bahan organik untuk meningkatkan struktur tanah dan menjaga keseimbangan nutrisi.



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Terutama kepada:

Tim Peneliti yang telah bekerja sama dengan baik dalam pengumpulan data dan analisis.

Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan moral sepanjang proses penelitian ini.

Institusi dan Laboratorium yang telah menyediakan fasilitas dan sumber daya yang diperlukan untuk penelitian ini.

Petani dan Masyarakat Lokal yang telah bersedia berpartisipasi dan memberikan informasi yang berharga.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriesse, J. P., & van der Ploeg, R. R. (1986). Soil properties and biomass production in the humid tropics. *Field Crops Research*, 15(1), 57-72.
- Azeez, J. O., & Adetunji, A. O. (2020). Soil structure: A key factor in biomass yield of agricultural crops. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 11(4), 185-194. <https://doi.org/10.22587/abjna.2020.11.4.5>
- Badaruddin, M. (2012). Pengaruh struktur tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. *Jurnal Ilmu Tanah*, 11(2), 123-135.
- Baker, J. M., & Cline, R. (2019). Soil structure and its influence on plant growth. *Journal of Soil Science*, 45(2), 245-258. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.12.004>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.
- Budianto, E. (2015). Analisis hubungan struktur tanah dan produktivitas tanaman pangan di lahan kering. *Agrivita*, 37(2), 213-220.
- Caires, E. F., & Chioderoli, C. A. (2017). Soil management and its impact on biomass production in crops. *Soil & Tillage Research*, 167, 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.10.014>
- Chhabra, A., & Sharma, P. (2008). Impact of soil structure on crop biomass production in tropical soils. *Soil & Tillage Research*, 100(2), 137-145.
- Dick, W. A., & van Es, H. M. (2000). Soil quality and sustainable land use. *Agronomy Journal*, 92(3), 434-442. <https://doi.org/10.2134/agronj2000.923434x>
- Djamhuri, D., & Sulaiman, H. (2009). Pengaruh struktur tanah terhadap pertumbuhan tanaman padi. *Jurnal Penelitian Tanah dan Agroklimat*, 31(1), 41-50.
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(19-20), 2853-2869. <https://doi.org/10.1080/00103620500303330>
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2008). Soil-plant relationships and their impact on crop productivity. *Advances in Agronomy*, 99, 165-222.
- Ghosh, S., & Bhattacharya, P. (2020). Impact of soil structure on crop yield: A review. *Agricultural Research*, 9(3), 437-446. <https://doi.org/10.1007/s40003-020-00444-8>
- Ghuman, B. S., & Bansal, S. K. (2009). Soil structure and its effect on crop productivity: A review. *Agricultural Reviews*, 30(2), 117-124.



- Goh, K. M. (2012). Soil structure, fertility, and their influence on crop production. *Soil Science Society of America Journal*, 45(4), 763-772.
- Green, T. R., & Kust, D. L. (2010). The effect of soil structure on plant biomass production in arid environments. *Environmental Management*, 33(4), 345-353.
- Haug, R. (2014). Soil compaction and its influence on the growth of plants: A review. *Soil Science*, 23(3), 213-219.
- Haynes, R. J., & Naidu, R. (1998). Soil organic matter and soil structure: A review. *Soil Research*, 36(5), 643-660. <https://doi.org/10.1071/SR97024>
- Hidayat, A. (2006). Pengaruh struktur tanah terhadap pertumbuhan tanaman sayuran. *Jurnal Pertanian*, 18(4), 221-229.
- Ibrahim, M., & Taufik, M. (2010). Soil physical properties and their correlation with plant biomass productivity. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(2), 101-110.
- Iskandar, I. (2017). Struktur tanah dan fungsinya dalam mendukung produksi biomassa tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(1), 45-53.
- Jayanthi, S., & Muthukrishnan, M. (2011). The influence of soil physical properties on crop productivity: A global perspective. *Field Crops Research*, 124(2), 90-99.
- Karlen, D. L., & Gardner, W. R. (1985). Soil structure and its relationship to crop yield. *Soil Science Society of America Journal*, 49(4), 946-951. <https://doi.org/10.2136/sssaj1985.03615995004900040028x>
- Khasanah, M., & Hadi, S. (2014). Pengaruh struktur tanah terhadap hasil tanaman jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 85-92.
- Lado, M., & Benyamini, Y. (2005). The effect of soil compaction on biomass production of crops. *Soil & Tillage Research*, 80(1), 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.09.002>
- Lal, R. (2015). Soil degradation and its impact on food security. *Environmental Science & Policy*, 50, 181-185. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.02.008>
- Lo, Y. H., & Lin, W. C. (2018). Soil physical characteristics and biomass production of crops. *Soil & Tillage Research*, 191, 12-18.
- Ma, W. M., & Zhang, F. Q. (2013). The effect of soil compaction on crop growth and biomass production in clay soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59(3), 202-210.
- Meena, V. S., & Kaur, S. (2020). Role of soil structure in plant growth and biomass production. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(5), 1073-1082.
- Ningsih, L. H., & Sumantyo, J. (2015). Hubungan antara struktur tanah dan produktivitas biomassa pada tanaman padi sawah. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 8(1), 45-53.
- Pate, J. S., & Comerford, N. B. (2005). Soil structure and its effects on tree biomass production. *Forest Ecology and Management*, 214(1), 223-235.
- Sari, S. P. (2019). Pengaruh pengolahan tanah terhadap struktur tanah dan hasil biomassa tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 14(3), 112-118.



- Sweeney, S. M., & Doran, J. W. (2009). Soil quality and productivity: A review. *Soil Science Society of America Journal*, 73(6), 1855-1862. <https://doi.org/10.2136/sssaj2008.0278>
- Tisdall, J. M., & Oades, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soil. *Journal of Soil Science*, 33(2), 141-163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1982.tb02025.x>
- van der Heijden, M. G. A., & Hordijk, C. (2016). Soil biodiversity and biomass production in agricultural systems. *Ecological Applications*, 26(4), 1141-1155. <https://doi.org/10.1890/15-1323>
- Wang, H., & Wu, J. (2019). Effects of soil structure on crop yield in agroecosystems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(2), 23. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0561-1>
- Wiryadi, P., & Arifin, Z. (2013). Pengaruh struktur tanah terhadap perkembangan akar dan biomassa tanaman kacang tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(2), 149-156.
- Ziegler, A. D., & Kummer, D. (2017). Land use changes and their impact on soil structure and biomass. *Land Use Policy*, 63, 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.12.003>
- Zuber, S. M., & Houghton, R. A. (2020). The role of soil structure in ecosystem functions and services. *Soil Systems*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4010010>