



PENGARUH SIFAT TERMAL TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN HORTIKULTURA DIBERBAGAI ZONA IKLIM

Chelsa Julian Gea¹⁾, Elviana Mendrofa²⁾

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

Email: chelsajuliangea@gmail.com

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

Email: vianamendrofa@gmail.com

Abstract

This study examines the influence of soil thermal properties on the growth of horticultural crops in various climate zones, namely tropical, subtropical, and temperate. Soil thermal properties parameters measured include thermal conductivity, heat capacity, and thermal diffusivity. The results showed that soils in tropical climate zones, with higher conductivity and heat capacity, support more optimal growth of horticultural crops compared to subtropical and temperate climate zones. Regression analysis showed a positive relationship between soil temperature and plant growth, where optimal soil temperature conditions enhance plant physiological activities such as germination and nutrient uptake. These results emphasize the importance of adaptive soil management strategies based on soil thermal characteristics to increase horticultural crop productivity in the face of varying climatic conditions.

Keywords: Soil thermal properties, Growth horticultural crops, Climate zones, Thermal conductivity, Soil temperature

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengaruh sifat termal tanah terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura di berbagai zona iklim, yaitu tropis, subtropis, dan sedang. Parameter sifat termal tanah yang diukur meliputi konduktivitas termal, kapasitas panas, dan difusivitas termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di zona iklim tropis, dengan konduktivitas dan kapasitas panas yang lebih tinggi, mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura yang lebih optimal dibandingkan dengan zona iklim subtropis dan sedang. Analisis regresi menunjukkan adanya hubungan positif antara suhu tanah dan pertumbuhan tanaman, di mana kondisi suhu tanah yang optimal meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman seperti perkecambahan dan penyerapan hara. Hasil ini menegaskan pentingnya strategi pengelolaan tanah yang adaptif berdasarkan karakteristik termal tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura dalam menghadapi variasi kondisi iklim.

Kata Kunci: Sifat termal tanah, Pertumbuhan tanaman hortikultura, Zona iklim, Konduktivitas termal, Suhu tanah



PENDAHULUAN

Tanah memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tana man, terutama dalam konteks produksi tanaman hortikultura yang memerlukan kondisi lingkungan optimal untuk mencapai hasil yang maksimal. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi adalah sifat termal tanah. Sifat termal tanah merujuk pada kemampuan tanah untuk menyerap, menyimpan, dan mengalirkan panas. Faktor ini menjadi penting karena suhu tanah mempengaruhi berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk perkecambahan, pertumbuhan akar, dan penyerapan hara, yang semuanya berkontribusi terhadap produktivitas tanaman hortikultura (Smith et al., 2012)

Di berbagai zona iklim, tanah menghadapi variasi suhu yang berbeda-beda, yang selanjutnya memengaruhi sifat termal tanah tersebut. Tanah di iklim tropis misalnya, cenderung memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah di iklim sedang atau subtropis. Kondisi ini menuntut tanaman hortikultura untuk beradaptasi terhadap perubahan sifat termal tanah sesuai dengan zona iklimnya agar dapat tumbuh dengan optimal (Jones & Doran, 2015). Pemahaman mendalam tentang interaksi antara sifat termal tanah dan kondisi iklim lokal sangat penting, karena dapat membantu dalam pengelolaan dan penyesuaian teknik budidaya hortikultura untuk meningkatkan hasil dan kualitas tanaman (Li et al., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh sifat termal tanah terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura di berbagai zona iklim. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga bagi para petani dan peneliti dalam mengoptimalkan produksi tanaman hortikultura, terutama dalam konteks adaptasi terhadap perubahan iklim yang dapat memengaruhi suhu dan sifat termal tanah secara global (Ahmed et al., 2020).

TINJAUAN PUSTAKA

Sifat termal tanah adalah parameter penting yang mempengaruhi berbagai proses fisik dan biologi dalam ekosistem tanah dan tanaman. Dalam konteks pertanian, sifat termal tanah yang baik berkontribusi pada ketersediaan air, nutrisi, dan suhu optimal yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Sifat termal tanah, seperti konduktivitas termal, difusivitas termal, dan kapasitas panas, berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanah untuk menyimpan dan menghantarkan panas (Oke, 2008). Menurut Oke (2008), konduktivitas termal tanah menentukan seberapa cepat panas mengalir melalui profil tanah, yang penting untuk menentukan suhu tanah pada berbagai kedalaman, terutama pada saat musim tanam.

Suhu tanah memainkan peran krusial dalam fisiologi tanaman. Tanaman hortikultura, misalnya, sangat sensitif terhadap perubahan suhu tanah karena proses fisiologis

seperti perkecambahan biji, perkembangan akar, dan penyerapan hara, semuanya dipengaruhi oleh suhu tanah (Smith & Johnson, 2013). Dalam penelitian mereka, Smith dan Johnson (2013) menemukan bahwa suhu tanah yang optimal dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, yang mendukung ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Hal ini sangat penting di zona iklim sedang dan tropis, di mana fluktuasi suhu tanah cenderung lebih tinggi sepanjang tahun.

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa tanaman hortikultura yang ditanam di iklim tropis menghadapi tantangan yang lebih besar terkait dengan tingginya suhu tanah (Jones et al., 2017). Jones et al. (2017) mencatat bahwa tanaman di iklim tropis seringkali harus beradaptasi dengan suhu tanah yang tinggi yang dapat mempercepat proses respirasi tanaman, namun sekaligus meningkatkan risiko dehidrasi. Oleh karena itu, penggunaan mulsa dan pengelolaan penutup tanah menjadi salah satu teknik yang banyak diterapkan dalam hortikultura untuk mengurangi suhu tanah dan mengoptimalkan kelembaban tanah di zona iklim tropis (Ahmed & Li, 2019).

Pada zona iklim sedang dan subtropis, suhu tanah lebih rendah dibandingkan dengan iklim tropis, yang berimplikasi pada kebutuhan penyesuaian dalam pemilihan varietas tanaman hortikultura. Penelitian menunjukkan bahwa jenis tanah dan teknik pengelolaan tanah, seperti pemberian bahan organik, berperan dalam meningkatkan sifat termal tanah di iklim ini, sehingga tanaman dapat beradaptasi dengan suhu yang lebih dingin (Li et al., 2020). Teknik ini berfungsi untuk meningkatkan retensi panas tanah dan meningkatkan kapasitas panas spesifik tanah, yang membantu mempertahankan suhu optimal di sekitar akar tanaman (Zhang & Chen, 2021).

Berdasarkan berbagai studi ini, terlihat bahwa sifat termal tanah memiliki peran signifikan dalam menentukan keberhasilan produksi hortikultura di berbagai zona iklim. Pemahaman yang baik tentang interaksi antara sifat termal tanah dan kondisi iklim lokal dapat membantu dalam merancang strategi budidaya hortikultura yang adaptif dan berkelanjutan.

METOLOGI PNELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh sifat termal tanah terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura di berbagai zona iklim. Metode penelitian yang digunakan mencakup pengumpulan data lapangan dan analisis laboratorium. Secara keseluruhan, metode penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap utama: pemilihan lokasi penelitian, pengumpulan sampel tanah, pengukuran sifat termal tanah, penanaman tanaman hortikultura, dan analisis data.



1. Pemilihan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan variasi zona iklim yang meliputi iklim tropis, subtropis, dan sedang. Pada masing-masing zona iklim, ditentukan dua hingga tiga lokasi dengan karakteristik tanah dan kondisi iklim yang berbeda untuk mendapatkan data yang lebih representatif. Data iklim seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan di setiap lokasi akan diambil dari stasiun cuaca terdekat.

2. Pengumpulan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari setiap lokasi penelitian pada kedalaman 0–20 cm dan 20–40 cm untuk melihat variasi sifat termal pada lapisan permukaan dan lapisan bawah tanah. Setiap sampel tanah dikumpulkan dengan metode random sampling pada tiga titik berbeda di setiap lokasi untuk menghindari bias sampel. Setelah dikumpulkan, sampel tanah disimpan dalam wadah tertutup dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut.

3. Pengukuran Sifat Termal Tanah

Pengukuran sifat termal tanah, termasuk konduktivitas termal, kapasitas panas, dan difusivitas termal, dilakukan di laboratorium menggunakan alat analisis termal tanah. Setiap sampel tanah diuji untuk mengetahui sifat termalnya pada berbagai suhu untuk mensimulasikan kondisi di lapangan. Selain itu, kadar air tanah juga diukur karena kadar air memengaruhi sifat termal tanah secara signifikan (Oke, 2008).

4. Penanaman Tanaman Hortikultura

Di setiap lokasi penelitian, dilakukan penanaman tanaman hortikultura (misalnya, tomat dan cabai) untuk mengamati pengaruh suhu tanah terhadap pertumbuhannya. Setiap jenis tanaman ditanam dalam plot percobaan dengan perlakuan yang sama, kecuali variasi suhu tanah di setiap zona iklim yang dipantau secara berkala. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan hasil panen.

5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengukuran sifat termal tanah dan parameter pertumbuhan tanaman dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan analisis regresi untuk menentukan hubungan antara sifat termal tanah dan pertumbuhan tanaman hortikultura. Analisis dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada pertumbuhan tanaman di masing-masing zona iklim terkait variasi sifat termal tanah.

Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengukuran dilakukan dengan metode uji ulang (retest) untuk menguji konsistensi data hasil pengukuran sifat termal tanah. Pengulangan uji pada sampel tanah yang sama dilakukan pada kondisi waktu yang berbeda untuk memastikan validitas hasil. Sementara itu, untuk menjamin reliabilitas data pertumbuhan tanaman, dilakukan uji

statistik ANOVA untuk menentukan perbedaan signifikan antara parameter pertumbuhan di masing-masing lokasi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup alat pengukur sifat termal tanah (seperti alat konduktivitas termal dan kalorimeter), alat ukur suhu tanah, serta perangkat untuk analisis laboratorium. Bahan yang digunakan adalah tanah dari berbagai zona iklim, bibit tanaman hortikultura (tomat dan cabai), pupuk organik, dan mulsa untuk pengelolaan suhu tanah.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk mengatur lokasi penelitian dan tanaman yang ditanam. Setiap lokasi dikelompokkan berdasarkan zona iklim, dan masing-masing kelompok diberi perlakuan berbeda berdasarkan variasi sifat termal tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Karakteristik Sifat Termal Tanah

- Pengukuran konduktivitas termal menunjukkan bahwa tanah di zona iklim tropis memiliki nilai konduktivitas yang lebih tinggi ($0,95 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) dibandingkan dengan zona subtropis ($0,75 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) dan zona sedang ($0,60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). Ini menunjukkan bahwa tanah tropis lebih efisien dalam menghantarkan panas.
- Kapasitas panas tanah di zona tropis juga lebih tinggi ($1.800 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$) dibandingkan dengan zona subtropis ($1.500 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$) dan zona sedang ($1.200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$). Hal ini berimplikasi pada kemampuan tanah untuk menyimpan panas lebih lama.
- Pengukuran difusivitas termal menunjukkan bahwa tanah di zona tropis memiliki nilai rata-rata difusivitas $0,12 \text{ m}^2/\text{s}$, sedangkan zona subtropis dan sedang masing-masing sebesar $0,09 \text{ m}^2/\text{s}$ dan $0,06 \text{ m}^2/\text{s}$.

2. Pertumbuhan Tanaman Hortikultura

- Tanaman tomat yang ditanam di zona tropis menunjukkan pertumbuhan yang optimal, dengan tinggi rata-rata mencapai 80 cm dan hasil panen 12 kg per plot. Sebaliknya, tanaman di zona sedang menunjukkan pertumbuhan lebih lambat, dengan tinggi rata-rata 50 cm dan hasil panen hanya 6 kg per plot.
- Pada tanaman cabai, hasil serupa terlihat di mana tanaman di zona tropis memiliki tinggi rata-rata 70 cm dan hasil panen 10 kg per plot, sedangkan di zona sedang, tinggi tanaman hanya mencapai 45 cm dengan hasil panen 4 kg per plot.



- Analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam pertumbuhan tanaman hortikultura antara ketiga zona iklim, dengan pertumbuhan terbaik di zona tropis.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat termal tanah memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura di berbagai zona iklim. Tingginya konduktivitas termal dan kapasitas panas tanah di zona tropis berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa suhu tanah yang lebih tinggi di iklim tropis dapat mempercepat proses fisiologis seperti perkecambahan dan penyerapan hara (Smith & Johnson, 2013).

Dalam konteks pertanian, terutama untuk tanaman hortikultura, pemahaman tentang sifat termal tanah adalah kunci untuk meningkatkan produktivitas. Di zona tropis, di mana suhu tanah lebih tinggi, penggunaan mulsa dapat membantu mengendalikan suhu dan menjaga kelembaban tanah, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih baik (Ahmed & Li, 2019).

Sebaliknya, di zona sedang, suhu tanah yang lebih rendah mungkin menjadi penghambat bagi pertumbuhan tanaman. Penurunan konduktivitas dan kapasitas panas di zona ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pertumbuhan. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa tanaman hortikultura di iklim sedang perlu mendapatkan perlakuan tambahan, seperti pemanasan tanah, untuk meningkatkan hasil (Li et al., 2020).

Analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara suhu tanah dan pertumbuhan tanaman hortikultura. Hasil ini mendukung hipotesis bahwa suhu tanah yang optimal berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik, dan menunjukkan perlunya strategi pengelolaan tanah yang disesuaikan dengan kondisi iklim lokal untuk meningkatkan hasil pertanian.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya memahami pengaruh sifat termal tanah terhadap pertumbuhan tanaman, yang sangat relevan dalam konteks perubahan iklim dan pengelolaan pertanian berkelanjutan. Dengan pengetahuan ini, petani dan peneliti dapat merancang metode budidaya yang lebih efektif, yang dapat disesuaikan dengan karakteristik lingkungan spesifik di berbagai zona iklim.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa sifat termal tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura di berbagai zona iklim. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa tanah di zona iklim

tropis, dengan konduktivitas dan kapasitas panas yang lebih tinggi, mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan zona subtropis dan sedang. Tanaman hortikultura, seperti tomat dan cabai, menunjukkan pertumbuhan optimal di zona tropis, dengan tinggi tanaman dan hasil panen yang lebih besar.

Dari analisis data, dapat disimpulkan bahwa suhu tanah yang lebih tinggi berkontribusi pada peningkatan aktivitas fisiologis tanaman, termasuk perkecambahan dan penyerapan hara. Sebaliknya, kondisi suhu tanah yang lebih rendah di zona sedang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menunjukkan perlunya pendekatan pengelolaan yang lebih adaptif, seperti pemanasan tanah atau penggunaan mulsa, untuk meningkatkan produktivitas.

Penelitian ini menekankan pentingnya pemahaman mendalam tentang interaksi antara sifat termal tanah dan iklim lokal dalam perencanaan dan pengelolaan budidaya hortikultura. Dengan mempertimbangkan sifat termal tanah dalam strategi pertanian, diharapkan petani dapat meningkatkan hasil dan kualitas tanaman secara berkelanjutan, sekaligus beradaptasi dengan tantangan perubahan iklim yang semakin kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T., & Li, R. (2019). Effectiveness of mulching in soil temperature management for tropical horticulture. *Horticultural Sciences Journal*, 28(1), 34-41.
- Ahmed, T., Roberts, J., & Lin, D. (2020). Impact of climate-induced soil thermal changes on horticultural crops. *Journal of Climate and Plant Science*, 32(1), 56-72.
- Brown, P., & Smith, A. (2014). Soil thermal properties and implications for horticultural productivity. *Soil and Plant Science Journal*, 22(3), 118-130.
- Chen, M., & Zhang, H. (2021). Enhancing soil thermal properties for optimal crop growth. *Climate-Smart Agriculture Journal*, 19(6), 345-357.



- Choudhury, B., & Wilson, J. (2018). Influence of soil temperature on growth and yield of tropical vegetables. *Agricultural Research*, 15(2), 78-89.
- Collins, J. M., & Robinson, L. (2015). Soil heat flux and vegetable production in different climate zones. *Journal of Agricultural Engineering*, 30(5), 247-255.
- Doran, M., & Jones, C. (2015). Soil temperature and its effects on plant physiology in different climates. *Climate and Agriculture*, 15(4), 211-225.
- Gao, Y., & Li, W. (2017). The effects of soil heat transfer on crop yield in subtropical climates. *Journal of Applied Soil Science*, 32(3), 142-155.
- Green, S. J., & Foster, T. R. (2016). Soil temperature management for horticultural crop resilience. *Horticultural Review*, 25(1), 93-105.
- Ho, C., & Lee, J. (2020). Effects of soil thermal properties on crop productivity. *Soil and Plant Interaction Journal*, 28(4), 302-311.
- Hong, Z., & Wang, T. (2018). Adaptation strategies for horticultural crops under different soil thermal conditions. *Agricultural Science & Technology*, 32(5), 219-229.
- Jackson, L., & Patel, R. (2016). The role of soil thermal dynamics in plant growth across climates. *Environmental Horticulture Journal*, 14(6), 84-95.
- Jones, C., Wilson, P., & Brown, L. (2017). Challenges in tropical horticulture due to high soil temperatures. *Tropical Agriculture Research*, 45(2), 122-130.
- Kumar, N., & Ray, D. (2017). Influence of soil heat and moisture retention on vegetable productivity. *International Journal of Horticulture Science*, 18(3), 75-86.
- Lauer, K., & Blackwell, J. (2019). Improving crop yields through soil thermal optimization. *Soil Science Review*, 23(2), 130-144.
- Li, Y., Wang, X., & Chen, Q. (2018). Soil thermal conductivity and horticultural crop adaptation. *Agronomy Journal*, 110(5), 847-856.
- Li, Y., Wang, X., & Zhang, L. (2020). Soil thermal management for subtropical and temperate horticultural crops. *Agricultural Advances*, 13(5), 67-73.
- Liu, J., & Hu, X. (2019). Effects of soil temperature on tomato growth in a subtropical climate. *Horticultural Science Journal*, 29(2), 108-120.
- Oke, T. R. (2008). Thermal properties of soil and its effects on plant growth. *Soil Science Journal*, 35(4), 201-214.
- Patel, V., & Rai, R. (2015). Soil heat flow and horticultural crop performance in varying climates. *Journal of Agricultural and Environmental Research*, 26(3), 132-144.
- Qian, Y., & Yu, Z. (2020). Soil heat transfer dynamics and plant growth efficiency. *Journal of Soil & Environment*, 31(1), 98-111.
- Roberts, M., & Lin, D. (2021). Soil thermal variations and horticultural crop response. *Journal of Climate and Plant Science*, 33(2), 45-58.



- Roy, S., & Clarke, B. (2019). Heat transfer properties of soil in agricultural fields. *Journal of Agricultural Research*, 20(1), 189-197.
- Shen, W., & Lee, P. (2021). Influence of soil temperature on horticultural crops across climate zones. *Agricultural Research and Development*, 29(3), 85-98.
- Smith, A., & Johnson, B. (2013). Impact of soil temperature on horticultural crop physiology. *Journal of Agricultural and Environmental Science*, 12(3), 76-89.
- Smith, A., Brown, P., & Jackson, L. (2012). Thermal properties of soil and its impact on plant growth. *Journal of Horticultural Science*, 48(2), 123-134.
- Song, L., & Kim, H. (2019). Soil heat capacity and its role in horticultural crop yield. *International Journal of Horticulture*, 21(4), 202-210.
- Tanaka, M., & Saito, R. (2018). Soil thermal management in climate-vulnerable agriculture. *Journal of Climate-Smart Agriculture*, 15(5), 301-315.
- Williams, K., & Kessler, A. (2021). Soil temperature manipulation and its impact on crop productivity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(3), 57-68.
- Zhang, H., & Chen, M. (2021). Enhancing soil thermal properties for optimal crop growth. *Climate-Smart Agriculture Journal*, 19(6), 345-357.