Peran Biochar Limbah Kelapa Muda sebagai Pembenah Tanah terhadap Iklim Mikro Tanah

Dwi Surya Andari[1], Zaitun[1,3,*], Rika Husna[1], Darusman[2,3], Syakur[2,3], Rizqi Ramadhan[1], Syabila Natasya Putri[1], Azzahna Salsabila Ramadhani[1]

[1]Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 23111, Indonesia
[2]Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 23111, Indonesia
[3]Pusat Riset Biochar dan Hutan Tropis Lestari, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 23111, Indonesia
*Alamat email penulis koresponden: zaitundara@usk.ac.id

Abstrak

Iklim mikro merupakan iklim di lapisan udara yang dekat permukaan bumi dengan ketinggian ± 2 meter. Iklim mikro tanah meliputi suhu tanah dan kelembaban tanah, memiliki peran yang penting di dalam tanah, seperti aktivitas mikroorganisme, ketersediaan unsur hara dan ketersediaan air. Penelitian bertujuan untuk mengetahui peran biochar limbah kelapa muda sebagai pembenah tanah terhadap kondisi iklim mikro tanah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non Faktorial dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri atas kontrol, pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1}, biochar limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}, biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}, serta biochar *embedded* limbah kelapa muda + pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1}. Parameter yang diamati yaitu suhu tanah pada kedalaman 0, 7 dan 14 cm dan kelembaban tanah pada kedalaman 7 dan 14 cm. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat pengaruh nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar limbah kelapa muda sebagai pembenah tanah berperan dalam memodifikasi iklim mikro, terutama pada kestabilan suhu dan kelembaban tanah. Perlakuan biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1} dan biochar *embedded* limbah kelapa muda + pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1} menunjukkan suhu tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 7 dan 14 cm. Perlakuan biochar limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1} menunjukkan kelembaban tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 7 dan 14 cm.

Kata Kunci: biochar; biochar *embedded*; iklim mikro; suhu tanah; kelembaban tanah

1. PENDAHULUAN

Iklim mikro merupakan iklim di lapisan udara yang dekat permukaan bumi dengan ketinggian ± 2 meter (Bunyamin & Aqil, 2010). Iklim mikro tanah meliputi suhu tanah dan kelembaban tanah, memiliki peran yang penting di dalam tanah, seperti aktivitas mikroorganisme, ketersediaan unsur hara dan ketersediaan air. Kondisi iklim mikro merupakan hal yang sangat berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman dan perbaikan kualitas tanah (Telaumbanua et al., 2014). Namun kondisi iklim mikro yang tidak stabil dapat terjadi karena rendahnya kandungan bahan organik di dalam tanah, maka diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tersebut. Biochar merupakan bahan amandemen tanah yang dapat mengikat air dan unsur hara di dalam tanah untuk mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat erosi permukaan maupun pencucian (Kurniawan et al., 2016).

Manfaat biochar dalam mempertahankan kelembaban tanah dapat membantu tanaman pada periode kekeringan yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (Lehman et al., 2003).

Biochar merupakan arang aktif melalui proses pembakaran secara pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi termal material organik (berbasis karbon) yang terjadi pada suhu yang tinggi (300-700°C) dalam lingkungan yang kekurangan atau tanpa oksigen (Masrida & Kartika, 2025). Variasi dalam bahan baku serta metode produksi biochar, seperti peralatan pembakaran, suhu dan durasi pembakaran dapat menghasilkan perbedaan dalam sifat fisik dan kimia biochar. Sehingga kualitas biochar tergantung pada perbedaan teknik dan bahan baku yang digunakan untuk membuatnya (Pratiwi et al., 2021).

Limbah kelapa muda merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan biochar. Pemanfaatan limbah kelapa muda masih minim dilakukan, karena kurangnya pengetahuan pada masyarakat. Limbah kelapa muda diketahui mengandung nitrogen sebesar 1,23%, karbon sebesar 49,36%, dan rasio C/N lebih dari 40, menjadikannya bahan yang ideal untuk biochar (Amelia et al., 2023). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Herviyanti et al., (2020) menunjukkan bahwa penambahan 2% biochar limbah kelapa muda dapat meningkatkan sifat kimia tanah, menurunkan pertukaran Al dan H, sehingga meningkatkan P tersedia.

Pupuk kandang merupakan bahan organik yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan unsur hara di dalam tanah. Berdasarkan penelitian Mawardiana et al., (2025) pemberian biochar limbah kelapa muda dan kompos secara signifikan mampu untuk memperbaiki kualitas tanah, dan meningkatkan pH menjadi netral dan C-organik tanah. Selain itu, pemberian pupuk urea juga diperlukan untuk meningkatkan kebutuhan hara dalam tanah. Kandungan N dalam urea berperan dalam proses pertumbuhan daun pada tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jelita et al., (2026) penggunaan biochar sekam padi dan pupuk N berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui bagaimana peran biochar limbah kelapa muda sebagai pembenah tanah terhadap kondisi iklim mikro tanah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di lahan Biochar Research Station, Pusat Riset Biochar dan Hutan Tropis Lestari (5° 34’ 5,02” LU, 95° 22’ 36,19” BT, pada ketinggian 4 mdpl) Universitas Syiah Kuala, Darussalam, dan Gampong Pineung, Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2025 sampai Februari 2026.

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari cup 220 ml, cangkul, ember, gembor, timbangan, kon tiki, alat tulis, ember, sekop, ayakan, *infrared thermometer, soil tester* SGS 07*, lux meter* AS803*, thermohygrometer*, dan penakar hujan (ombrometer). Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari biochar *embedded* 1080 g plot^{-1}, biochar limbah kelapa muda 1000 g plot^{-1}, pupuk urea 20 g plot^{-1}, dan pupuk kandang sapi 1000 g plot^{-1} sesuai perlakuan.

2.2 Metode

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non Faktorial dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga secara keseluruhan terdapat 15 unit satuan percobaan. Adapun susunan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila hasil uji F menunjukkan (α=5%), maka dilanjutkan uji beda antar rata-rata perlakuan dengan menggunakan prosedur Uji *Duncan New Multiple range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Persiapan lahan dimulai dengan membersihkan gulma dan semak secara manual. Lalu, dibuat plot penelitian berukuran 100 cm × 100 cm dengan tinggi plot 50 cm dan jarak antar plot 50 cm sebagai batas antar unit percobaan. Bahan baku biochar yang digunakan adalah limbah kelapa muda. Sebelum pembuatan biochar, kelapa muda harus dijemur terlebih dahulu hingga mengering sempurna untuk menurunkan kadar air. Setelah mengering, kelapa muda ditimbang dan dimasukkan ke dalam kon-tiki untuk proses pirolisis. Kemudian, pengaplikasian biochar, biochar *embedded* dan pupuk kandang sesuai perlakuan dan diinkubasi selama 8 minggu.

Parameter yang diamati yaitu suhu dan kelembaban tanah. Pengamatan parameter dilakukan tiga kali dalam seminggu. Pengukuran suhu tanah dilakukan pada kedalaman 0, 7 dan 14 cm. Pengamatan dilakukan pada tiga waktu yaitu pagi (07.30 WIB), siang (12.30 WIB) dan sore (17.30 WIB). Suhu tanah pada kedalaman 0 cm diukur menggunakan *infrared thermometer*, sedangkan pada kedalaman 7 cm dan 14 cm menggunakan *soil tester*. Kelembaban tanah diukur pada kedalaman 7 dan 14 cm menggunakan Uni-t pada waktu dan hari pengamatan yang sama pada pengukuran suhu udara. Adapun rumus perhitungan parameter adalah sebagai berikut:

Rumus perhitungan suhu tanah:

$$\bar{x}\ \text{ST Harian (°C)} = \frac{2(ST\ 07.30)+ST\ 12.30+ST\ 17.30}{4} \quad [1]$$

Keterangan:
$\bar{x}$ ST Harian : Rata-rata suhu tanah harian (°C)
ST 07.30 : Suhu tanah hasil pengamatan pada 07.30 WIB (°C)
ST 12.30 : Suhu tanah hasil pengamatan pada 12.30 WIB (°C)
ST 17.30 : Suhu tanah hasil pengamatan pada 17.30 WIB (°C)

Rumus perhitungan kelembaban tanah:

$$\bar{x}\ \text{KT Harian (\%)} = \frac{KT\ 07.30+KT\ 12.30+KT\ 17.30}{3} \quad [2]$$

Keterangan:
$\bar{x}$ KT Harian : Rata-rata kelembaban tanah harian (%)
KT 07.30 : Kelembaban tanah hasil pengamatan pada 07.30 WIB (%)
KT 12.30 : Kelembaban tanah hasil pengamatan pada 12.30 WIB (%)
KT 17.30 : Kelembaban tanah hasil pengamatan pada 17.30 WIB (%)

Tabel 1 Susunan perlakuan pengaruh pengaplikasian limbah biochar kelapa muda terhadap iklim mikro pada lahan tanaman samhong king

Kode	Perlakuan
K0	Kontrol
K1	Pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1}
K2	Biochar limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}
K3	Biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}
K4	Biochar *embedded* limbah kelapa muda + Pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1}

3. HASIL dan PEMBAHASAN

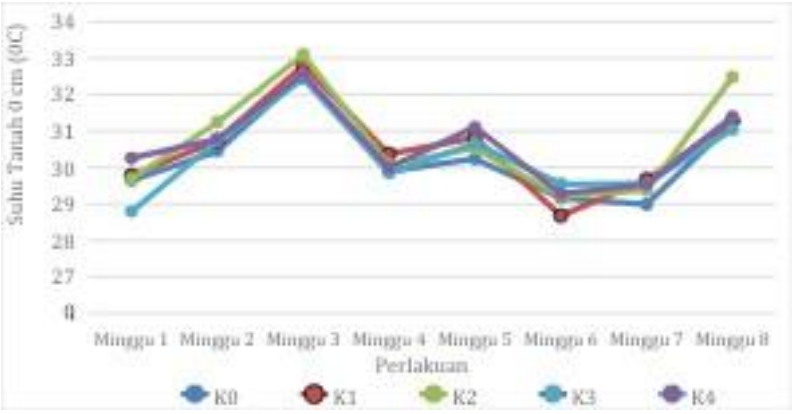
3.1 Suhu Tanah

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa aplikasi biochar tidak berpengaruh nyata terhadap suhu tanah pada kedalaman 0, 7 dan 14 cm. Suhu tanah pada kedalaman 0 cm cenderung tinggi pada perlakuan K2 sebesar 33,10°C pada minggu ke-3, sedangkan suhu tanah cenderung rendah terdapat pada perlakuan K1 sebesar 28,68°C pada minggu ke-6. Pada kedalaman 7 cm, suhu tanah cenderung tinggi terdapat pada perlakuan K3 sebesar 29,53°C pada minggu ke-3 dan suhu tanah cenderung rendah terdapat pada perlakuan K3 sebesar 26,95°C pada minggu ke-7. Sementara itu, pada kedalaman 14 cm suhu tanah yang cenderung tinggi terdapat pada perlakuan K3 sebesar 29,86°C pada minggu ke-3 dan suhu tanah cenderung rendah terdapat pada perlakuan K4 sebesar 27,08°C pada minggu ke-1. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu tanah pada kedalaman 0 cm cenderung lebih tinggi dan mengalami fluktuasi yang lebih besar dibandingkan pada kedalaman 7 dan 14 cm. Lapisan permukaan tanah menerima radiasi matahari secara langsung sehingga perubahan suhu lebih cepat, sedangkan pada lapisan tanah yang lebih dalam pengaruh radiasi matahari menjadi lebih kecil sehingga suhu tanah menjadi lebih stabil.

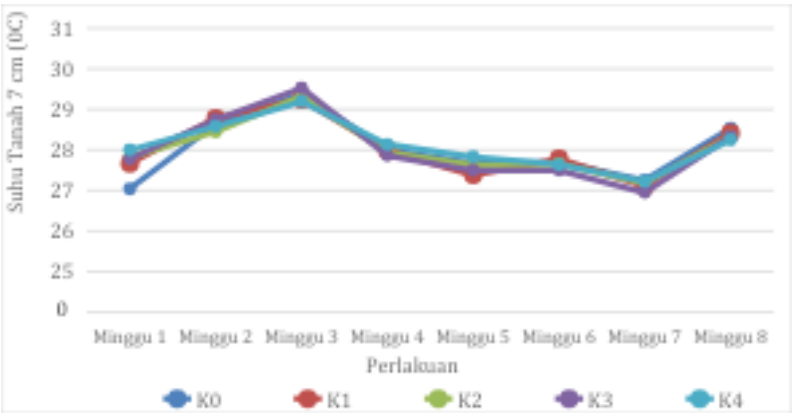
Tabel 2 Rata-rata suhu tanah mingguan

Kedalaman	Perlakuan	Suhu tanah rata-rata mingguan (°C)								Rata-rata (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0 cm	K0	29,65	30,45	32,57	29,89	30,24	29,16	28,99	31,23	30,27
	K1	29,78	30,74	32,81	30,37	30,82	28,68	29,67	31,28	30,52
	K2	29,69	31,24	33,10	30,08	30,53	29,21	29,37	32,48	30,71
	K3	28,79	30,73	32,44	29,84	30,66	29,55	29,56	31,05	30,33
	K4	30,26	30,78	32,56	30,00	31,11	29,28	29,53	31,40	30,62
7 cm	K0	27,04	28,64	29,39	28,01	27,67	27,69	27,25	28,53	28,03
	K1	27,67	28,78	29,25	27,99	27,38	27,78	27,11	28,42	28,05
	K2	27,83	28,45	29,33	27,94	27,63	27,65	27,18	28,33	28,04
	K3	27,79	28,75	29,53	27,86	27,50	27,50	26,95	28,33	28,03
	K4	28,00	28,58	29,19	28,14	27,83	27,64	27,22	28,25	28,11
14 cm	K0	27,21	28,78	29,53	28,39	27,97	27,97	27,32	28,72	28,24
	K1	27,33	28,72	29,53	28,57	28,04	28,04	27,42	28,89	28,32
	K2	27,25	28,61	29,83	28,36	27,88	28,04	27,47	28,97	28,30
	K3	27,21	28,89	29,86	28,17	28,17	27,97	27,36	29,14	28,35
	K4	27,08	28,81	29,70	28,58	28,04	27,89	27,35	28,64	28,26

Berdasarkan Gambar 1 perlakuan K2 (biochar limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}) menunjukkan suhu tanah cenderung tinggi yaitu 33,10°C pada minggu ke-3 dibandingkan dengan suhu tanah awal pada minggu ke-1 sebesar 29,69°C, terjadi kenaikan suhu sebesar 3,41°C. Suhu mengalami penurunan menjadi 30,08°C pada minggu ke-4 dan terus mengalami penurunan hingga minggu ke-7 menjadi 29,37°C, namun mengalami peningkatan pada minggu ke-8 menjadi 32,48°C. Fluktuasi suhu tanah yang cukup besar pada perlakuan K2 menunjukkan bahwa pada lapisan permukaan tanah pengaruh biochar limbah kelapa muda terhadap suhu tanah pada kedalaman 0 cm belum optimal karena lapisan permukaan tanah sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari. Hal ini sejalan dengan penelitian Yue et al., (2021) yang menyatakan variasi suhu tanah terbesar terjadi pada lapisan tanah dekat permukaan, sedangkan pada lapisan tanah yang lebih dalam fluktuasi suhu tanah menjadi lebih kecil. Perlakuan K3 (biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}) memiliki suhu tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 0 cm. Suhu tanah pada perlakuan ini yaitu 28,79-32,44°C dengan rata-rata 30,33°C. Kenaikan suhu tanah dari minggu ke-1 sampai minggu ke-3 sebesar 3,65°C, dan mengalami penurunan sebesar 2,60°C. Kemudian suhu tanah relatif stabil pada minggu ke-5 hingga minggu ke-7. Kondisi ini menunjukkan penggunaan biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1} mampu menahan perubahan suhu tanah secara perlahan sehingga fluktuasi suhu tanah tidak terlalu tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tinggi dan rendahnya suhu tanah dipengaruhi oleh kemampuan biochar untuk menahan air tanah, tetapi pada kedalaman 0 cm pengaruh ini tidak terlalu terlihat (Hafiz et al., 2025).



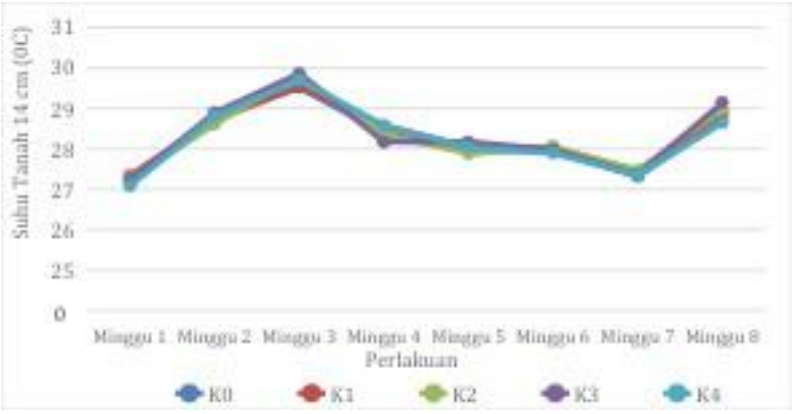
Gambar 1 Grafik suhu tanah (°C) rata-rata mingguan pada kedalaman 0 cm



Gambar 2 Grafik suhu tanah (°C) rata-rata mingguan pada kedalaman 7 cm

Pada kedalaman 7 cm (Gambar 2) perlakuan K3 (biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1}) menunjukkan suhu yang cenderung stabil, suhu tanah meningkat dari 27,79°C pada minggu ke-1 menjadi 29,53°C pada minggu ke-3. Suhu tanah mengalami penurunan pada minggu ke-4 sampai minggu ke-7 menjadi 26,95°C. Variasi suhu pada perlakuan K3 cenderung lebih stabil dan perlahan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Biochar limbah kelapa muda dapat meningkatkan kapasitas air tanah dan mempengaruhi kondisi suhu tanah karena, biochar memiliki struktur berpori dapat menahan air (Tambunan et al., 2014).

Pada Gambar 3 menunjukkan perlakuan K4 (biochar *embedded* limbah kelapa muda + Pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1}) cenderung lebih stabil pada kedalaman 14 cm. Suhu tanah pada perlakuan K4 meningkat dari 27,08°C pada minggu ke-1 menjadi 29,70°C pada minggu ke-3, terjadi kenaikan suhu tanah sebesar 1,12°C. Setelah itu, suhu turun menjadi 28,58°C pada minggu ke-4 dan suhu cenderung stabil pada minggu ke-5 hingga minggu ke-7. Suhu tanah pada kedalaman 14 cm menunjukkan suhu tanah paling stabil diantara kedalaman lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Pratama et al., (2022) yang menyatakan semakin dalam kedalaman tanah, suhunya akan semakin stabil. Perubahan suhu tanah pada lapisan yang lebih dalam cenderung lebih stabil karena pengaruh suhu lingkungan dan intensitas radiasi matahari yang semakin kecil (Putranto et al., 2009). Pemberian biochar mampu meningkatkan pH tanah dan kadar C-organik tanah (Putri et al., 2017), selain itu penambahan kotoran sapi pada biochar dapat meningkatkan konsentrasi N-total dan P di tanah karena dapat mengurangi pencucian dan mampu mengikat unsur hara di dalam tanah (Guo et al., 2014).



Gambar 3 Grafik suhu tanah (°C) rata-rata mingguan pada kedalaman 14 cm

3.2 Kelembaban Tanah

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata pada minggu ke-5 pada kedalaman 7 cm. Kelembaban tanah cenderung tinggi didapatkan pada perlakuan K0 sebesar 89,78% pada minggu ke-5, sedangkan kelembaban tanah cenderung rendah terdapat pada perlakuan K4 sebesar 81,44% pada minggu ke-3. Pada kedalaman 14 cm kelembaban tanah cenderung tinggi didapatkan pada perlakuan K0, K1 dan K3 sebesar 90,00%, sedangkan kelembaban cenderung rendah terdapat pada perlakuan K1 sebesar 83,45% pada minggu ke-8.

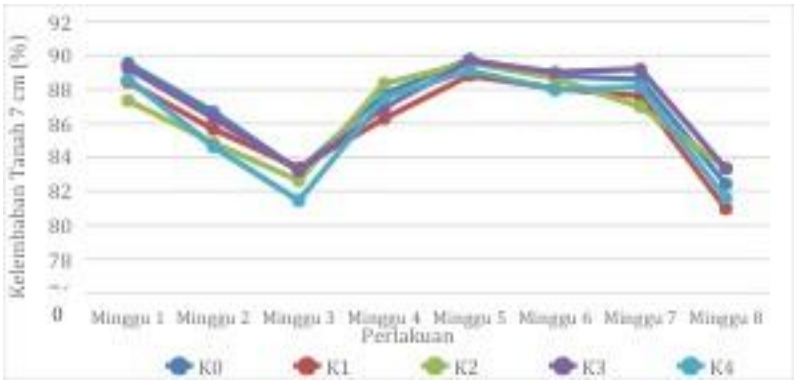
Tabel 3 Rata-rata kelembaban tanah mingguan

Kedalaman	Perlakuan	Kelembaban tanah rata-rata mingguan (%)								Rata-rata (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
7 cm	K0	89,56	86,67	83,22	87,74	89,78^{c}	88,80	88,59	82,41	87,10
	K1	88,44	85,67	83,37	86,28	88,83^{b}	88,06	87,59	80,96	86,15
	K2	87,33	84,85	82,63	88,35	89,56^{c}	88,67	86,98	83,37	86,47
	K3	89,28	86,33	83,22	86,93	89,67^{b}	89,00	89,20	83,33	87,12
	K4	88,61	84,63	81,44	87,52	89,11^{bc}	87,98	88,15	81,59	86,13
14 cm	K0	90,00	89,41	87,33	90,00	89,83	90,00	89,85	86,81	89,15
	K1	89,83	88,78	86,55	89,35	90,00	90,00	88,44	83,45	88,30
	K2	89,06	86,63	85,56	88,80	89,56	89,41	88,20	86,06	87,91
	K3	89,89	87,89	85,37	89,56	89,61	90,00	89,89	86,33	88,57
	K4	89,67	88,52	85,67	89,00	89,83	89,37	89,35	85,71	88,39

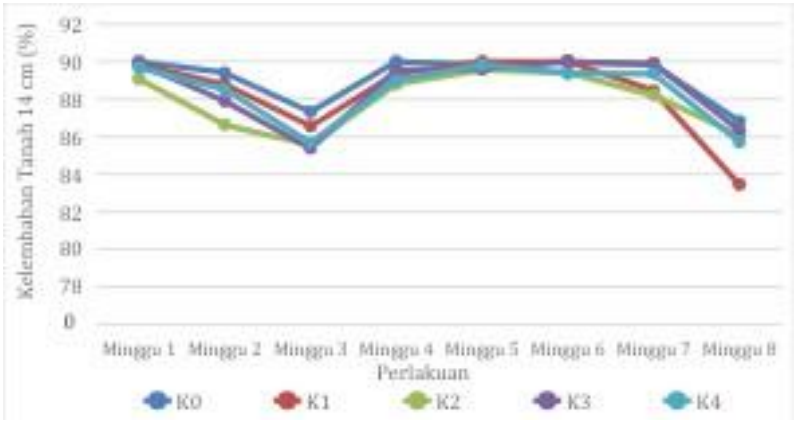
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% (uji DMRT 0,05)

Perlakuan K3 (biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-}f) menunjukkan kelembaban tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 7 dan 14 cm. Pada kedalaman 7 cm kelembaban tanah ini berkisar antara 83,22%-89,67% dengan rata-rata 87,12%, sedangkan pada kedalaman 14 cm berkisar antara 85,37%-90,00% dengan rata-rata 88,57%. Pada minggu ke-1 hingga minggu ke-3 terjadi penurunan kelembaban tanah, kemudian meningkat pada minggu ke-4 hingga minggu ke-6. Pada kedalaman 7 cm, kelembaban tanah menurun dari 89,28% pada minggu ke-1 menjadi 83,22% pada minggu ke-3 atau turun sebesar 6,06%, kemudian meningkat pada minggu ke-5. Sementara pada kedalaman 14 cm, kelembaban tanah menurun dari 89,89% menjadi 85,37% atau turun sebesar 4,52%, kemudian terjadi peningkatan pada minggu ke-6. Hal ini menunjukkan biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-}f mampu mempertahankan kelembaban tanah dibandingkan perlakuan

lainnya. Biochar memiliki struktur berpori yang mampu menyimpan air di dalam tanah sehingga kehilangan air akibat evaporasi dapat berkurang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agviolita et al, (2021) penambahan biochar tempurung kelapa memberikan hasil yang paling baik dalam meningkatkan retensi tanah dalam menyerap air, menjaga kandungan air dan unsur hara pada tanah.

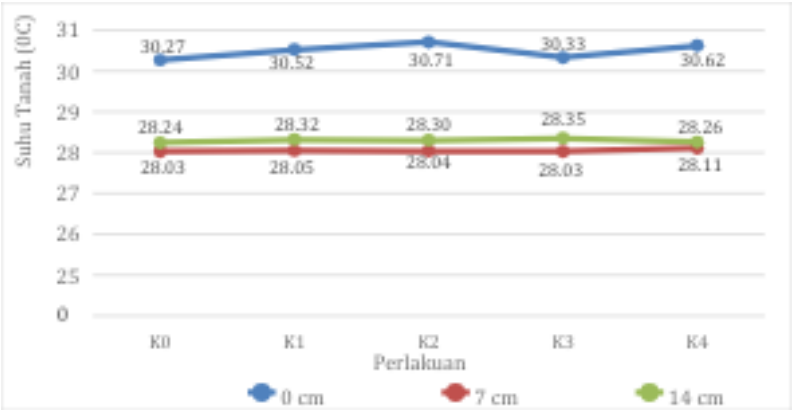


Gambar 4 Grafik kelembaban tanah (%) rata-rata mingguan pada kedalaman 7 cm

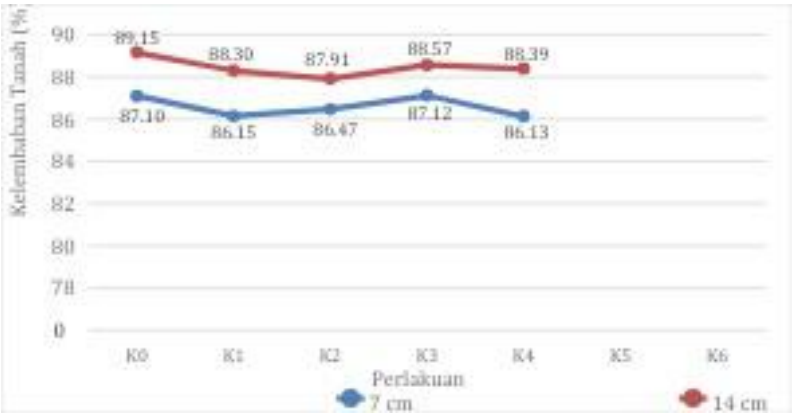


Gambar 5 Grafik kelembaban tanah (%) rata-rata mingguan pada kedalaman 14 cm

Gambar 6 menunjukkan rata-rata suhu tanah mingguan pada kedalaman 0,7 dan 14, dimana suhu tanah pada kedalaman 0 cm memiliki variasi tinggi, sedangkan suhu tanah pada kedalaman 7 cm cenderung lebih rendah daripada kedalaman 14 cm, hal ini dapat terjadi karena transfer panas dari permukaan tanah membutuhkan waktu sehingga panas di dalam tanah mengalami keterlambatan distribusi tanah (Wijaya et al., 2019). Pada Gambar 4 kelembaban tanah pada kedalaman 14 cm cenderung lebih tinggi daripada kedalaman 7 cm yang mengindikasikan kelembaban tanah akan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Hal ini sesuai dengan temuan Assolihat et al, (2019) dimana semakin bertambahnya kedalaman, maka kelembaban tanah akan bertambah. Biochar memiliki pengaruh besar terhadap kelembaban tanah, karena mampu mempertahankan air yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman.



Gambar 6 Grafik suhu tanah (°C) rata-rata mingguan pada kedalaman 0, 7 dan 14 cm



Gambar 7 Grafik kelembaban tanah (%) rata-rata mingguan pada kedalaman 7 dan 14 cm

4. KESIMPULAN

Aplikasi biochar limbah kelapa muda sebagai pembenah tanah cenderung memodifikasi kondisi iklim mikro tanah, terutama dalam mempertahankan kestabilan suhu dan kelembaban tanah. Perlakuan biochar *embedded* limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1} dan biochar *embedded* limbah kelapa muda + pupuk kandang sapi 10 ton ha^{-1} menunjukkan suhu tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 7 dan 14 cm. Perlakuan biochar limbah kelapa muda 10 ton ha^{-1} menunjukkan kelembaban tanah yang cenderung stabil pada kedalaman 7 dan 14 cm. Dengan demikian, pemberian biochar limbah kelapa muda dalam bentuk biochar *embedded*, berpotensi sebagai pembenah tanah untuk membantu mempertahankan kondisi iklim mikro tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Agviolita, P., Yushardi., & Firdha, K. Y. A. (2021). Pengaruh Perbedaan Biochar terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah. *Jurnal Fisika Unand*. 10(2): 267-273.

Amelia, T., Ulvi, P. A., & Vivin, S. (2023). Komposisi Biochar dan Suhu Pembakaran Pirolisis terhadap Kadar Air Biochar. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. 6(1): 152-155.

Assolihat, N. K., Karyati., & Syafruddin, M. (2019). Suhu dan Kelembaban Tanah pada Tiga Penggunaan Lahan di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Hut Trop*. 3(1): 41-49.

Bunyamin, Z., & Aqil, M. (2010). Analisis Iklim Mikro Tanaman Jagung. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. 44: 978–979.

Guo, S., Whalen, J. K., Thomas, B. W., & Sachdeva, V. (2015). Physico-chemical Properties and Microbial Responses in Biochar-amended soils: Mechanisms and Future Directions. *J. Agriculture, Ecosystems and Environment*. 206: 46–59.

Hafiz, A., Zaitun, Z., Yusnizar, Y., & Wulandari, M. (2025). The Dynamics of Microclimate in Red Lettuce (*Lactuca sativa* var. Red rapids) Land Due to Embedded Biochar Aplication. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1476(1): 012026.

Heriyanti, H., Maulana, A., & Prima, S. (2020). Effect of Biochar from Young Coconut Waste to Improve Chemical Properties of Ultisols and Growth Coffee (*Coffea arabica* L.) Plant Seeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 497(1): 012038.

Jelita, D. F., Amir, H., Ricky, I. H., & Retno, W. (2026). Aplikasi Biochar dan Pupuk N terhadap Sifat Kimia Tanah Lahan Kering dan Pertumbuhan Sorgum. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 13(1): 178-189.

Kurniawan, A., Haryono, B., Baskara, M., & Tyasmoro, S. Y. (2016). Pengaruh Penggunaan Biochar pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.*). Jurnal Produksi Tanaman*. 4(2): 153–160.

Lehman, J. P., Silva J., & Steiner, C. (2003). Nutrient Availability and Leaching in An Archaeological Anthrosol and A Ferralsol of The Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*. 249: 343-357.

Masrida., & Kartika. (2025). Potensi Konversi Limbah Organik dengan Metode Pirolisis menjadi Biochar, Syngas dan Bio-Oil: Tinjauan Literatur Sistematis. *Journal of Engineering, Environmental Energy, and Science*. 4(2): 79-88.

Mawardiana., Karnilawati., & Ashrafil. (2025). Peningkatan pH dan C-organik akibat Aplikasi Biochar Limbah Kelapa Muda dan Kompos di Desa Gle Gapui, Kabupaten Pidie. *Jurnal Agrium*. 22(4): 397-405.

Pratama, R., Zaitun., & Erika, C. (2022). The Dynamics of Changes in Soil Temperature Due to the Application of Rice Straw Mulch on Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1183 (1): 012100.

Pratiwi, D., Syakur., & Darusman. (2021). Karakteristik Biochar pada beberapa Metode Pembuatan dan Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(3): 210-216.

Putranto, A. B., Laksono, B. I., & Nurdiyanto, B. (2009). Aplikasi Sensor Sht11 pada Pengukuran Suhu Tanah. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*. 10(1): 66-72.

Putri, V. I., Mukhlis., & Hidayat, B. (2017). Pemberian Beberapa Jenis Biochar untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroteknologi.* 5(4): 824-828.

Tambunan, S., Bambang, S., & Eko, H. (2014). Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan biochar terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di lahan Kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 1(1):85-92.

Telaumbanua, M., Bambang, P., & Lilik, S. (2014). Rancang Bangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro di dalam Greenhouse untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. Parachinensis L.). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. 34(2): 213–222.

Wijaya, I. M. A. P., Yohanes, S., & Wayan, T. (2019). Dampak Dosis Kompos Kotoran Sapi terhadap Profil Suhu Tanah di Zona Perakaran dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*. 7(2): 253-262.

Yue, S., Wu, W., Zhou, X., Ren, L., & Wang, J. (2021). The Influence of Photovoltaic Panels On Soil Temperature in The Gonghe Desert Area. *Environmental Engineering Science*. 38(9): 910–920.