RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian
Volume 5, No. 1, Bulan Juni Tahun 2026, hlmn. 1-11
E-ISSN: 2961-7014 | P-ISSN: 2961-726X
DOI : https://doi.org/10.70609/radikula.v5i1.10130

Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Tanaman Kangkung di Tanah Ultisol Lamandau

Ihda Andrey Yanuar Setiawan[1]✉, Yustika Veni Saputri[2]

[1,2] Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Lamandau, Indonesia

ABSTRAK

Produktivitas kangkung (Ipomoea reptans Poir.) di Kabupaten Lamandau menurun akibat rendahnya kesuburan tanah Ultisol yang bersifat masam dan miskin hara. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk kandang sapi dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung serta menentukan dosis optimal. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2024–Agustus 2025 di Lahan Percobaan Politeknik Lamandau menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial. Perlakuan terdiri atas pupuk kandang sapi 25, 30, dan 35 ton ha^{-1} serta TKKS 10 dan 20 ton ha^{-1}. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar dan kering tajuk, serta berat segar dan kering akar hingga 5 minggu setelah tanam. Hasil menunjukkan seluruh perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Kombinasi 30 ton ha^{-1} pupuk kandang sapi dan 10 ton ha^{-1} TKKS memberikan hasil terbaik dan direkomendasikan untuk meningkatkan produktivitas kangkung pada tanah Ultisol.

Kata Kunci: Kangkung, Lamandau, Pupuk kandang sapi, Tanah ultisol, Tandan kosong kelapa sawit

ABSTRACT

The productivity of water spinach (Ipomoea reptans Poir.) in Lamandau Regency has declined due to the low fertility of Ultisol soils. This study evaluated the effects of cattle manure and oil palm empty fruit bunches (OPEFB) on water spinach growth and yield and identified the optimal application rate. The experiment was conducted from December 2024 to August 2025 at the Experimental Field of Politeknik Lamandau using a factorial randomized complete block design. Treatments consisted of cattle manure at 25, 30, and 35 t ha^{-1} and OPEFB at 10 and 20 t ha^{-1}. Observed variables included plant height, leaf number, shoot fresh and dry weight, and root fresh and dry weight up to 5 weeks after planting. All treatments significantly affected plant growth. The combination of 30 t ha^{-1} cattle manure and 10 t ha^{-1} OPEFB produced the best overall performance and is recommended for improving water spinach productivity on Ultisol soils.

Keywords: *Water spinach, Lamandau, Cattle manure, Ultisol soil, Oil palm empty fruit bunches*

Corresponding Author **:** Ihda Andrey Yanuar Setiawan, Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Lamandau, Jalan Trans-Kalimantan, Kujan, Bulik, Lamandu, Kalimantan Tengah, Email: andreyyanuarskun@gmail.com

Informasi artikel: diserahkan (30, 05, 2026), direvisi (23, 06, 2026), diterima (29, 06, 2026)

Pendahuluan

Tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.) merupakan komoditas sayuran daun yang memiliki nilai konsumsi tinggi dan dibudayakan secara luas di Indonesia. Tanaman ini dikenal adaptif pada berbagai kondisi lingkungan, baik lahan kering maupun lembab, serta memiliki umur panen singkat sehingga diminati petani hortikultura. Selain bernilai ekonomis, kangkung juga mengandung pro-vitamin A dan antioksidan yang

This is an open access article under the CC BY license

berkonstibusi terhadap perbaikan gizi masyarakat (Ermansyah & Ariska, 2022). Sebagai tanaman tropis, pertumbuhan optimal tanaman kangkung dipengaruhi oleh ketersediaan hara dan kondisi lingkungan yang stabil. Namun, produktivitas kangkung seringkali berfluktuasi akibat faktor kesuburan tanah dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pengelolaan hara yang efisien dan berkelanjutan menjadi faktor kunci dalam stabilitas produksi.

Kabupaten Lamandau merupakan salah satu wilayah pengembangan kangkung di Kalimantan Tengah. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan adanya penurunan signifikan luas panen dan produksi kangkung antara tahun 2021 hingga 2024. Luas panen tercatat menurun dari 68,75 ha menjadi 35,35 ha, sementara produksi mengalami penurunan dari 505,05 ton menjadi 281,55 ton (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lamandau, 2025). Kondisi ini mengindikasikan adanya kendala agronomis dalam sistem budidaya yang diterapkan. Permasalahan tersebut diperparah oleh keterbatasan kapasitas sumber daya manusia dalam mengoptimalkan potensi lahan serta ketergantungan pasokan komoditas dari luar daerah, terutama dari pulau Jawa (Setiawan et al., 2025). Fakta ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas lokal menjadi kebutuhan mendesak guna memperkuat ketahanan pangan daerah.

Permasalahan produksi tidak dapat dilepaskan dari karakteristik tanah di wilayah Lamandau. Secara geologi, wilayah ini didominasi oleh tanah Latosol dan Podsolik Merah Kuning dengan lapisan humus tipis yang relatif tahan erosi, namun memiliki tingkat resapan air yang rendah (Dinas Pertanian dan Perikanan Kabupaten Lamandau, 2020). Kondisi ini berimplikasi pada keterbatasan air dan unsur hara bagi tanaman pada musim tertentu. Evaluasi lebih lanjut menunjukka bahwa sifat kimia tanah Ultisol atau Podsolik di Kecamatan Bulik didominasi pH masam, kandungan C-organik sangat rendah, kapasitas tukar kation rendah, serta ketersediaan unsur hara makro yang terbatas (Setiawan et al., 2026). Karakteristik tersebut mencerminkan tipologi tanah yang umumnya miskin hara dan membutuhkan intervensi pengelolaan kesuburan secara intensif (Sulaeman et al., 2024). Dengan demikian, strategi perbaikan tanah menjadi Langkah fundamental dalam meningkatkan produktivitas kangkung di wilayah ini.

Dalam praktik budidaya, pertumbuhan vegetatif kangkung sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen sebagai unsur utama pembentuk klorofil dan jaringan daun. Petani umumnya mengandalkan pupuk anorganik seperti urea untuk merangsang pertumbuhan secara cepat. Meskipun efektif dalam jangka pendek, penggunaan pupuk nitrogen sintetis secara terus-menerus berpotensi menurunkan kualitas tanah, mengurangi kandungan bahan organik, serta meningkatkan risiko kehilangan hara melalui pelindihan hara (Zhang et al., 2015). Ketidakseimbangan tersebut dapat berdampak pada efisiensi serapan hara dan keberlanjutan agroekosistem. Oleh karena itu, sistem pemupukan yang hanya bergantung pada pupuk kimia tidak lagi sepenuhnya relevan dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Diperlukan alternatif pemupukan yang mampu meningkatkan hasil sekaligus memperbaiki kualitas tanah.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan pupuk organik, khususnya pupuk kendang sapi. Pupuk kandang sapi mengandung unsur makro dan mikro serta bahan organik yang berperan dalam meningkatkan kapasitas tukar kation dan aktivitas mikroba tanah (Ikawati et al., 2022). Kandungan pupuk kandang sapi meliputi nitrogen (0,38%), fosfor (2,32%), kalium (0,61%), dan C-organik (6,45%) (Mukti et al., 2024). Penelitian Ermansyah & Ariska (2022) menunjukkan bahwa dosis 50 ton ha^{-1} memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah per tanaman dan berat basah per polybag pada kangkung. Dosis tersebut memberikan pertumbuhan maksimum, sedangkan dosis 30 ton ha^{-1} dinilai lebih optimum secara teknis dan

ekonomis. Temuan ini menunjukkan bahwa pupuk kendang sapi memiliki signifikan dalam meningkatkan produktivitas tanaman kangkung.

Selain pupuk kendang sapi, tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan sumber bahan organik yang melimpah di Kabupaten Lamandau. Luas areal kelapa sawit pada tahun 2023 mencapai 34.940 ha dan terus bertambah setiap tahun, sehingga menghasilkan limbah TKKS dalam jumlah besar (Setiawan et al., 2025). TKKS yang telah dikomposkan mampu meningkatkan kandungan C-organik serta memperbaiki sifat kimia tanah Ultisol (Gusmawartati & Ardinsyah, 2022). Kandungan unsur hara TKKS cukup tinggi, yaitu C-organik 28,47%, N-total 1,52%, P_2O_5 1,49%, dan K_2O 10,90% (Sirait et al., 2025). Penelitian Akmal (2018) pada tanaman mentimun menunjukkan bahwa pemberian TKKS sebesar 200 gram/polybag memberikan hasil buah dengan rata-rata 3,9 buah per tanaman, berat buah 0,26 kg dan panjang buah 14,67 cm, meskipun tidak berbeda nyata dengan fase awal pembungaan dibandingkan dosis 100 gram/polybag. Hasil tersebut menegaskan bahwa TKKS memiliki potensi agronomis, namun efektivitasnya sangat bergantung pada dosis yang tepat.

Secara teoritis, kombinasi pupuk kandang sapi dan TKKS berpotensi memberikan efek komplementer. Pupuk kandang menyediakan hara lebih cepat tersedia, sedangkan TKKS berperan dalam perbaikan struktur tanah jangka menengah. Meskipun demikian, penelitian komparatif yang menguji efektifivitas kedua pupuk ini terhadap terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung pada tanah Ultisol Lamandau masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya mengevaluasi satu jenis pupuk organik atau tidak difokuskan pada komoditas kangkung secara spesifik (Zhang et al., 2015; Ikawati et al., 2022). Selain itu, belum tersedia rekomendasi dosis berbasis kondisi agroekologi Lamandau. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar kebaruan dari penelitian ini, yaitu menguji secara kuantitatif pengaruh pupuk kandang sapi dan TKKS terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung pada tanah Ultisol setempat.

Secara praktis, penelitian ini memiliki urgensi tinggi karena menawarkan solusi berbasis sumber daya lokal untuk mengatasi penurunan produksi kangkung di Kabupaten Lamandau. Pemanfaatan pupuk kandang sapi dan TKKS berpotensi menekan biaya produksi, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, serta meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan. Secara ilmiah, penelitian ini diharapkan memperkaya data empiris mengenai respons kangkung terhadap pupuk organik di Tanah Ultisol. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan secara akademik, tetapi juga strategis dalam mendukung ketahanan pangan daerah dan pembangunan pertanian berkelanjutan.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 – Agustus 2025 di Lahan Percobaan dan Laboratorium Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Lamandau. Bahan yang digunakan meliputi benih kangkung varietas Bangkok LP-1, air, pupuk kandang sapi dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), sedangkan peralatan yang digunakan terdiri atas alat pengolah tanah, penanaman, pemeliharaan, pengukuran, dan penimbangan tanaman.

Kegiatan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan selama satu bulan, dekomposisi dan pematangan bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan TKKS selama dua bulan, serta pelaksanaan percobaan selama lima bulan. Percobaan dilakukan dalam tiga periode penanaman untuk memastikan konsistensi hasil penelitian. Periode pertama dan kedua masing-masing terdiri atas tiga ulangan, sedangkan periode ketiga terdiri atas satu ulangan tambahan untuk mengonfirmasi konsistensi respons perlakuan yang diperoleh pada periode sebelumnya sehingga total diperoleh tujuh ulangan percobaan.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk kandang sapi yang terdiri atas 25 ton ha^{-1} (P1), 30 ton ha^{-1} (P2), dan 35 ton ha^{-1} (P3), sedangkan faktor kedua adalah dosis TKKS yang terdiri atas 10 ton ha^{-1} (T1) dan 20 ton ha^{-1} (T2). Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan enam perlakuan, yaitu P1T1, P1T2, P2T1, P2T2, P3T1, dan P3T2. Setiap perlakuan diulang sebanyak tujuh kali sehingga diperoleh 42 unit percobaan. Penggunaan tujuh ulangan bertujuan meningkatkan ketelitian pengamatan, menurunkan galat percobaan, serta meningkatkan keandalan hasil dalam mengevaluasi respons tanaman kangkung terhadap kombinasi dosis pupuk kandang sapi dan TKKS pada tanah Ultisol sekaligus mengurangi variasi yang mungkin timbul akibat perbedaan waktu pelaksanaan percobaan.

Media tanam disiapkan dari tanah *topsoil* yang dicampur dengan pupuk sesuai perlakuan dan diinkubasi selama tujuh hari sebelum penanaman. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dua kali sehari dan pengendalian gulma. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar tajuk, berat kering tajuk, berat segar akar, dan berat kering akar pada umur 1 hingga 5 minggu setelah tanam (MST). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf 5% dan apabila menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf 5%.

Hasil dan pembahasan

Tinggi Tanaman

Perlakuan P2T1 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi. Kombinasi pupuk kandang sapi 30 ton ha^{-1} dan TKKS 10 ton ha^{-1} menyediakan unsur hara dan bahan organik secara seimbang. Pupuk kandang sapi berperan sebagai sumber nitrogen organik yang dilepaskan secara bertahap melalui proses mineralisasi oleh mikroorganisme tanah. Nitrogen tersedia mendukung pembentukan klorofil yang mendukung langsung dalam proses fotosintesis. Peningkatan aktivitas fotosintesis selanjutnya mendorong akumulasi fotosintat yang dialokasikan ke pertumbuhan batang dan daun sehingga tinggi tanaman meningkat secara signifikan (Tjang et al., 2026). Selain itu, TKKS memperbaiki struktur dan agregasi tanah sehingga perkembangan akar menjadi lebih optimal. Sistem perakaran yang baik meningkatkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara. Kombinasi kedua bahan organik tersebut menciptakan lingkungan tumbuh yang mendukung peningkatan tinggi tanaman pada fase vegetatif.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	5,67 a	9,67 c	21,00 ab	29,00 c	34,00 b	19,87 b
P1T2	3,67 e	9,67 c	21,67 a	29,00 c	32,67 bc	19,33 bc
P2T1	4,00 de	11,00 ab	20,67 b	32,00 a	34,33 a	**20,40 a**
P2T2	4,33 cd	11,00 ab	20,00 bc	31,00 ab	34,67 a	20,20 ab
P3T1	4,83 ab	11,67 a	19,33 c	29,33 b	31.33 c	19,30 c
P3T2	4,33 cd	10,17 b	19,00 e	29,33 b	31.33 c	18,83 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Wati et al. (2025) menyebutkan bahwa tanah Ultisol memiliki reaksi masam dan kejenuhan basa rendah sehingga ketersediaan hara terbatas. Penambahan bahan organik meningkatkan kualitas kimia tanah melalui peningkatan kapasitas tukar kation dan stabilitas retensi nitrogen serta kalium. Stabilitas hara tersebut mengurangi kehilangan akibat pencucian dan mendukung pertumbuhan vegetatif yang lebih seragam. Dosis pupuk kandang 30 ton ha^{-1} pada perlakuan P2T1

menunjukkan keseimbangan antara ketersediaan nitrogen dan aktivitas mikroba tanah. Dosis yang terlalu tinggi berpotensi meningkatkan rasio C/N sehingga terjadi imobilisasi nitrogen sementara (Ismayana et al., 2012). Tanaman pada perlakuan P2T1 menunjukkan respons pertumbuhan lebih optimal dibandingkan P2T2. Hasil ini menegaskan bahwa ketepatan kombinasi dan dosis pupuk organik menjadi faktor penting dalam budidaya kangkung pada tanah Ultisol.

Jumlah Daun

Jumlah daun tertinggi pada seluruh umur pengamatan terdapat pada perlakuan P2T1, yaitu aplikasi pupuk kandang sapi 30 ton ha^{-1} dengan TKKS 10 ton ha^{-1}. Kombinasi tersebut menunjukkan bahwa keseimbangan dosis bahan organik mampu meningkatkan respons vegetatif secara lebih efektif dibandingkan perlakuan lainnya. Pupuk kandang sapi menyediakan unsur hara esensial yang dilepaskan secara bertahap melalui proses dekomposisi di dalam media tanam. Ketersediaan hara yang stabil mendukung pembentukan jaringan daun baru secara berkelanjutan. TKKS berperan dalam memperbaiki kondisi fisik media tanam sehingga penyerapan unsur hara oleh akar berlangsung lebih optimal. Sinergi kedua bahan organik tersebut menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang mendukung peningkatan jumlah daun secara nyata.

Tabel 2. Jumlah Daun Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Jumlah daun (helai)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	4 a	5 tn	9 a	12 c	15 b	9 b
P1T2	4 b	6 tn	9 a	12 c	14 c	9 c
P2T1	4 a	6 tn	9 a	13 a	15 a	**9 a**
P2T2	3 c	6 tn	9 a	12 b	15 a	9 b
P3T1	4 a	5 tn	9 a	12 c	15 a	9 bc
P3T2	4 b	5 tn	9 b	12 c	15 a	9 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5% (tn = tidak berbeda nyata).

Hasil terbaik pada perlakuan P2T1 diduga berkaitan dengan peningkatan aktivitas fotosintesis akibat ketersediaan nitrogen yang lebih memadai. Peningkatan dosis pupuk kandang sapi meningkatkan kandungan unsur hara di dalam tanah hingga batas optimal tertentu. Unsur esensial yang terkandung dalam pupuk kandang sapi mampu mempercepat pertumbuhan dan pertambahan jumlah daun. Peningkatan jumlah daun memperluas permukaan fotosintesis sehingga akumulasi fotosintat meningkat dan pertumbuhan vegetatif menjadi lebih baik (Tjang et al., 2026). Kompos TKKS yang memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,52% turut meningkatkan penyerapan nitrogen dalam bentuk nitrat dan amonium oleh tanaman (Sirait et al., 2025). Nitrogen mempercepat pembentukan klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis dan memacu pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman dan jumlah daun.

Berat Segar Tajuk

Hasil pengamatan menunjukan perlakuan pupuk kandang sapi 35 ton ha^{-1} dengan penambahan TKKS 10 ton ha^{-1} menghasilkan berat segar kangkung lebih tinggi karena kombinasi tersebut berada pada kondisi keseimbangan hara dan perbaikan media tanam yang lebih optimal. Pupuk kandang sapi pada dosis 35 ton ha^{-1} menyediakan nitrogen dalam jumlah lebih besar dibandingkan dosis 30 ton ha^{-1} sehingga pembentukan jaringan vegetatif berlangsung lebih intensif. Nitrogen meningkatkan pembentukan klorofil, mempercepat laju fotosintesis, dan mendorong akumulasi fotosintat dalam jaringan tanaman. Faktor utama yang menentukan bobot segar yaitu kandungan air dalam tubuh tanaman. Bobot segar dipakai untuk menggambarkan banyaknya cairan yang dikandung oleh tanaman (Sakdiah et al., 2017). Peningkatan ketersediaan nitrogen tersebut meningkatkan tekanan turgor sel sehingga penyerapan dan retensi air dalam jaringan tanaman menjadi lebih efektif. Penambahan TKKS 10 ton ha^{-1} sudah cukup memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air tanpa meningkatkan rasio C/N secara berlebihan. Kondisi tersebut

mendukung pembesaran sel dan akumulasi air dalam jaringan sehingga berat segar tanaman meningkat.

Tabel 3. Berat Segar Tajuk Tanaman Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Berat Segar Tajuk (g)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	0,34 b	0,62 cd	1,27 bc	2,25 d	2,54 d	1,40 d
P1T2	0,25 d	0,72 b	1,25 c	2,37 c	2,71 c	1,46 c
P2T1	0,33 b	0,61 d	1,29 b	2,65 a	2,92 b	1,56 ab
P2T2	0,28 c	0,71 bc	1,22 d	2,41 b	2,96 a	1,51 b
P3T1	0,32 bc	0,91 a	1,28 b	2,53 ab	2,93 b	**1,59 a**
P3T2	0,37 a	0,61 d	1,47 a	2,40 bc	2,91 b	1,55 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 4. Berat Kering Tajuk Tanaman Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Berat Kering Tajuk (g)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	0,03 tn	0,02 b	0,05 cd	0,09 c	0,16 ab	0,069 d
P1T2	0,05 tn	0,04 a	0,04 d	0,08 d	0,12 c	0,066 e
P2T1	0,02 tn	0,04 a	0,06 bc	0,08 cd	0,16 b	0,071 cd
P2T2	0,01 tn	0,04 a	0,06 c	0,10 b	0,17 a	0,075 bc
P3T1	0,03 tn	0,04 a	0,06 b	0,11 a	0,17 a	**0,082 a**
P3T2	0,02 tn	0,03 b	0,07 a	0,10 b	0,16 ab	0,077 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5% (tn = tidak berbeda nyata).

Meskipun perlakuan P2T1 menghasilkan rerata berat segar tajuk yang relatif tinggi dan tidak berbeda nyata dengan P3T1, perlakuan P3T1 tetap menunjukkan nilai rerata tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang sapi dan TKKS pada dosis tertentu mampu memberikan respons pertumbuhan yang hampir sama baiknya terhadap pembentukan biomassa tanaman. Sebaliknya, peningkatan dosis TKKS menjadi 20 ton ha^{-1} pada perlakuan P3T2 tidak diikuti oleh peningkatan berat segar tajuk dibandingkan perlakuan P3T1. Kondisi ini diduga terjadi karena penambahan bahan organik dalam jumlah yang lebih tinggi meningkatkan rasio C/N media tanam dan mendorong aktivitas mikroorganisme dalam memanfaatkan nitrogen selama proses dekomposisi (Ismayana et al., 2012). Akibatnya, sebagian nitrogen mengalami imobilisasi sementara sehingga jumlah nitrogen yang tersedia bagi tanaman menjadi lebih rendah. Penurunan ketersediaan nitrogen dapat membatasi pembentukan klorofil dan menurunkan laju fotosintesis sehingga akumulasi fotosintat tidak berlangsung secara optimal. Selain itu, penambahan TKKS dalam jumlah lebih besar berpotensi memengaruhi keseimbangan pori air dan pori udara dalam media tanam. Oleh karena itu, kombinasi pupuk kandang sapi 35 ton ha^{-1} dan TKKS 10 ton ha^{-1} diduga menghasilkan kondisi media yang lebih seimbang dalam mendukung akumulasi biomassa dan kandungan air tanaman sehingga menghasilkan berat segar tajuk tertinggi.

Berat Kering Tajuk

Hasil pengamatan menunjukan bahwa perlakuan 35 ton ha^{-1} pupuk kandang dengan penambahan 10 ton ha^{-1} TKKS menghasilkan berat kering tajuk tertinggi dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Berat kering total tanaman merupakan indikator keberhasilan pertumbuhan karena parameter ini mencerminkan akumulasi hasil fotosintesis bersih setelah kandungan air dihilangkan melalui proses pengeringan. Semakin besar berat kering tanaman, semakin efisien proses fotosintesis yang berlangsung sehingga pertumbuhan vegetatif menjadi lebih optimal (Daniel & Harahap, 2024). Pemberian dosis pupuk kandang hingga 35 ton ha^{-1} diduga meningkatkan

ketersediaan unsur hara esensial yang mendukung pembentukan biomassa struktural. Unsur hara nitrogen bersama fosfor membentuk protein, karbohidrat, dan asam nukleat yang berperan dalam penyusunan jaringan tanaman. Unsur kalium kemudian membantu proses translokasi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman sehingga terjadi peningkatan akumulasi bahan kering. Kombinasi tersebut menciptakan kondisi nutrisi yang mendukung pembentukan jaringan tajuk secara maksimal.

Peningkatan bobot kering tanaman tidak terlepas dari peranan unsur hara N, P, dan K dalam proses metabolisme tanaman. Nitrogen berperan dalam menunjang pertumbuhan vegetatif secara keseluruhan, terutama pembentukan batang, cabang, dan daun. Fosfor dan kalium membantu kelancaran proses fotosintesis serta mendukung perkembangan jaringan daun sehingga produksi fotosintat meningkat (Daniel & Harahap, 2024). Namun, kelebihan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif tidak seimbang dan berpotensi menghambat pembentukan biomassa kering. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa besarnya berat kering tajuk dipengaruhi oleh berat segar tajuk, karena berat kering mengikuti akumulasi biomassa awal sebelum air diuapkan. Semakin tinggi berat segar yang terbentuk, semakin besar potensi akumulasi bahan kering setelah proses pengeringan. Dengan demikian, tingginya berat kering pada perlakuan 35 ton ha^{-1} pupuk kandang dengan penambahan 10 ton ha^{-1} TKKS menunjukkan bahwa kombinasi dosis tersebut mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan akumulasi biomassa secara optimal pada tanaman kangkung.

Berat Segar Akar

Kombinasi perlakuan pupuk kandang dengan dosis 30 ton ha^{-1} dan TKKS dengan dosis 10 ton ha^{-1} memberikan hasil terbaik pada parameter berat segar akar. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan 35 ton ha^{-1} pupuk kandang dan 20 ton ha^{-1} TKKS, sehingga kedua kombinasi tersebut menunjukkan respons yang relatif setara secara statistik. Tingginya berat segar akar kemungkinan disebabkan oleh tingginya kandungan unsur hara yang diserap tanaman selama fase pertumbuhan. Penyerapan unsur hara yang optimal berkaitan erat dengan perkembangan sistem perakaran yang lebih panjang dan lebih luas. Panjang akar secara langsung mempengaruhi luas bidang serap sehingga meningkatkan akumulasi biomassa akar. Berat segar akar menunjukkan pengaruh nyata karena pertumbuhan akar berlangsung lebih baik pada kondisi media tanam yang mendukung. Hubungan antara panjang akar dan peningkatan berat segar akar juga dilaporkan oleh (Setiawan et al., 2022) yang menyatakan bahwa peningkatan panjang akar berkontribusi langsung terhadap peningkatan bobot segar akar tanaman. Meskipun kedua perlakuan menunjukkan hasil yang setara, kombinasi 30 ton ha^{-1} pupuk kandang dan 10 ton ha^{-1} TKKS lebih efektif secara ekonomis karena menggunakan input bahan yang lebih rendah dengan capaian hasil yang sama.

Pertumbuhan akar yang lebih baik pada kombinasi perlakuan tersebut berkaitan dengan peningkatan pH tanah dan tersedianya unsur hara dalam jumlah cukup. Penambahan bahan organik dari pupuk kandang dan TKKS memperbaiki kondisi kimia tanah sehingga lingkungan perakaran menjadi lebih kondusif. Kompos TKKS memiliki nilai pH relatif tinggi mencapai 8 sehingga berpotensi berperan sebagai bahan pembenah kemasaman tanah. Peningkatan nilai pH terjadi akibat kontribusi bahan organik yang melepaskan ion OH^- melalui proses reduksi di dalam tanah. Perubahan pH juga dipengaruhi oleh peran bahan organik sebagai kapasitas penyangga atau buffering capacity yang mampu menstabilkan reaksi tanah (Syamsiah et al., 2020). Hal ini didukung oleh kondisi tanah yang digunakan memiliki pH masam berkisar 4,8–5,1 sebagaimana dilaporkan oleh Setiawan et al. (2026) sehingga penambahan bahan organik menjadi sangat penting dalam memperbaiki reaksi tanah. Pada kisaran pH tersebut, ketersediaan unsur hara seperti P dan beberapa kation basa relatif rendah, bahkan berpotensi terjadi peningkatan

kelarutan Al yang dapat menghambat pertumbuhan akar. Dengan adanya perbaikan pH menuju kondisi yang lebih netral, aktivitas mikroorganisme tanah meningkat dan ketersediaan unsur hara menjadi lebih optimal. Kondisi ini mendorong pemanjangan akar, meningkatkan penyerapan air dan hara, serta akhirnya meningkatkan akumulasi biomassa yang tercermin pada berat segar akar yang lebih tinggi.

Tabel 5. Berat Segar Akar Tanaman Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Berat Segar Akar (g)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	0,07 bc	0,11 bc	0,23 a	0,79 c	0,92 c	0,43 bc
P1T2	0,07 bc	0,12 b	0,19 bc	0,75 de	0,96 a	0,42 c
P2T1	0,13 a	0,11 c	0,23 ab	0,87 a	0,96 ab	**0,46 a**
P2T2	0,07 bc	0,12 b	0,21 b	0,85 ab	0,94 b	0,44 ab
P3T1	0,07 c	0,12 b	0,19 c	0,84 bc	0,94 bc	0,43 bc
P3T2	0,08 b	0,19 a	0,23 ab	0,85 ab	0,94 bc	**0,46 a**

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 6. Berat Kering Akar Tanaman Kangkung pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Berat Kering Akar (g)					Rerata
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P1T1	0,003 tn	0,003 tn	0,013 b	0,020 b	0,026 a	0,0133 ab
P1T2	0,003 tn	0,003 tn	0,013 b	0,020 b	0,026 a	0,0132 b
P2T1	0,003 tn	0,003 tn	0,014 a	0,023 a	0,024 b	**0,0136 a**
P2T2	0,003 tn	0,003 tn	0,013 b	0,020 b	0,023 bc	0,0127 bc
P3T1	0,003 tn	0,003 tn	0,013 b	0,017 bc	0,023 bc	0,0120 c
P3T2	0,003 tn	0,003 tn	0,012 c	0,019 b	0,022 c	0,0119 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5% (tn = tidak berbeda nyata).

Berat Kering Akar

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada umur 1 dan 2 MST seluruh perlakuan belum memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering akar. Fase awal ini merefleksikan tahap adaptasi tanaman, di mana pembentukan sistem perakaran masih berlangsung dan akumulasi biomassa struktural belum optimal. Pola ini sejalan dengan temuan pada parameter berat basah akar sebelumnya, di mana respons perlakuan juga belum sepenuhnya stabil pada fase awal pertumbuhan. Pada periode ini, akar masih didominasi oleh pertumbuhan jaringan muda dengan kandungan air relatif tinggi, sementara akumulasi bahan kering hasil fotosintesis belum signifikan. Perbedaan nyata mulai terlihat pada umur 3 MST, 4 MST, dan 5 MST, yang mengindikasikan bahwa proses dekomposisi pupuk kandang sapi dan TKKS telah berjalan lebih lanjut sehingga ketersediaan unsur hara meningkat. Perlakuan 30 ton ha^{-1} pupuk kandang sapi dengan penambahan 10 ton ha^{-1} TKKS menghasilkan berat kering akar tertinggi pada seluruh umur pengamatan, konsisten dengan capaian berat basah akar yang juga menunjukkan performa optimal pada kombinasi tersebut. Hal ini menegaskan bahwa peningkatan kandungan air jaringan akar pada fase sebelumnya diikuti oleh peningkatan akumulasi biomassa kering pada fase pertumbuhan lanjut.

Keterkaitan antara berat basah dan berat kering akar dapat dijelaskan melalui mekanisme fisiologis tanaman. Berat basah mencerminkan kandungan air dalam jaringan, sedangkan berat kering menggambarkan akumulasi senyawa organik hasil fotosintesis. Ketersediaan air yang cukup akan mempertahankan tekanan turgor dan mendukung laju fotosintesis, sehingga produksi fotosintat meningkat dan terakumulasi dalam bentuk biomassa kering. Sebaliknya, apabila penyerapan air rendah, berat basah akar menurun dan pada akhirnya berdampak pada rendahnya berat kering akar. (Wahono et al., 2018) melaporkan bahwa keterbatasan air menurunkan berat kering

akar akibat terhambatnya fotosintesis. Selain itu, kecukupan bahan organik dari pupuk kandang dan TKKS memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketersediaan hara, sehingga metabolisme dan aktivitas sel berlangsung lebih intensif. Berat kering akar yang tinggi pada perlakuan terbaik mencerminkan intensitas metabolisme yang optimal, karena sebagian besar fotosintat terakumulasi dalam bentuk bahan kering. Sebagaimana dinyatakan oleh (Setiawan et al., 2022), sekitar 90% hasil fotosintesis tersimpan sebagai berat kering, sehingga parameter ini menjadi indikator yang kuat dalam menilai produktivitas dan efisiensi pertumbuhan sistem perakaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian pupuk kandang sapi dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pada tanah Ultisol Lamandau terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung. Kombinasi perlakuan menunjukkan respon yang berbeda pada setiap variabel pengamatan, menandakan adanya interaksi dosis yang menentukan efektivitas pemupukan. Perlakuan P2T1 (pupuk kandang sapi 30 ton ha^{-1} + TKKS 10 ton ha^{-1}) menghasilkan performa pertumbuhan terbaik, ditunjukkan oleh tinggi tanaman 20,40 cm, jumlah daun 9 helai, berat segar akar 0,46 gram dan berat kering akar 0,0136 gram. Sementara itu, perlakuan P3T1 (pupuk kandang sapi 35 ton ha^{-1} + TKKS 10 ton ha^{-1}) menghasilkan hasil tertinggi pada berat segar tajuk (1,59 gram) berat kering tajuk (0,082 gram).

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dosis pupuk kandang sapi 30 ton ha^{-1} yang dikombinasikan dengan TKKS 10 ton ha^{-1} direkomendasikan sebagai dosis optimal untuk budidaya tanaman kangkung pada tanah Ultisol Lamandau. Kombinasi ini dinilai paling seimbang dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif sekaligus mendukung produktivitas tanaman secara berkelanjutan.

Referensi

Akmal. (2018). RESPON PEMBERIAN ABU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP PRODUKSI TANAMAN MENTIMUN (Cucumis sativus L.). *Journal TABARO*, *2*(1), 152–163.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Lamandau. (2025). *Kabupaten Lamandau Dalam Angka 2025*. BPS Kabupaten Lamandau.

Daniel, MHD. Y., & Harahap, L. H. (2024). Respon Pemberian Pupuk Kompos dan NPK Terhadap Produksi Tanaman Kangkung Darat. *Jurnal Agroplasma*, *11*(2), 382–389.

Dinas Pertanian dan Perikanan Kabupaten Lamandau. (2020). *Statistik Pertanian dan Perikanan Kabupaten Lamandau Tahun 2019*. Pemerintah Kabupaten Lamandau.

Ermansyah, & Ariska, N. (2022). Efektivitas dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung. *Sosains: JURNAL SOSIAL DAN SAINS*, *2*(2), 216–222. http://sosains.greenvest.co.id.

Gusmawartati, & Ardinsyah, R. (2022). Dosis Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Ber-Bakteri Selulolitik terhadap Pertumbuhan Jagung (Zea mays L.) di Tanah Ultisol Sungai Pinang Kabupaten Kampar. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *24*(2), 74–78. https://doi.org/10.29244/jitl.24.2.74-78.

Ikawati, R., Rianto, F., & Palupi, T. (2022). Peningkatan Hasil Tanaman Tomat di Tanah Ultisol pada Berbagai Jenis Pupuk Organik yang Diperkaya Trichoderma sp. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, *50*(2), 186–192. https://doi.org/10.24831/jai.v50i2.40040.

Ismayana, A., Indrasti, N. S., Maddu, A., & Fredy, A. (2012). FAKTOR RASIO C/N AWAL DAN LAJU AERASI PADA PROSES CO-COMPOSTING BAGASSE DAN BLOTONG. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *22*(3), 173–179.

Mukti, R. P., Setyawati, E. R., & Santosa, T. N. B. (2024). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Macam Pupuk P terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Main Nursery. *AGROFORETECH : Jurnal Online Mahasiswa INSTIPER*, *2*(3), 1229–1234.

Sakdiah, R. L., Triyono, K., & Priyono. (2017). PENGARUH KONSENTRASI PUPUK DAUN DAN VOLUME PENYIRAMAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KANGKUNG DARAT (Ipomea reptans Poir). *INNOFARM : Jurnal Inovasi Pertanian*, *17*(1), 1–11.

Setiawan, B., Wirda, Z., Nasruddin, Hafifah, & Safrizal. (2022). Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir) dengan Dosis dan Cara Aplikasi Tepung Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, *1*(1), 1. https://doi.org/10.29103/jimatek.v1i1.8456.

Setiawan, I. A. Y., Ismoyojati, R., & Ratnasari, I. F. D. (2026). Identifikasi Tanah di Lahan Percobaan Politeknik Lamandau. *JAGO TOLIS : Jurnal Agrokompleks Tolis*, *6*(2), 111–121. https://doi.org/10.56630/jago.v6i2.1533.

Setiawan, I. A. Y., Ratnasari, I. F. D., & Riskayanti. (2025). Pelatihan Pembibitan Tanaman Hortikultura di SMP Islam Al- Fattah Kecamatan Sematu Jaya, Kabupaten Lamandau. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *6*(2), 1072–1077. https://doi.org/10.31949/jb.v6i2.11943.

Sirait, M., Sinaga, R., Lubis, H., Halawa, N., & Afrianti, S. (2025). ANALISIS SIFAT KIMIA DAN FISIK PADA MEDIA TANAM TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN COCOPEAT. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, *13*(2), 232–241.

Sulaeman, Y., Maftuáh, E., Noor, M., Hairani, A., Nurzakiah, S., Mukhlis, M., Anwar, K., Fahmi, A., Saleh, M., Khairullah, I., Rumanti, I. A., Alwi, M., Noor, A., & Ningsih, R. D. (2024). Coastal Acid-Sulfate Soils of Kalimantan, Indonesia, for Food Security: Characteristics, Management, and Future Directions. *Resources*, *13*(3), 1–26. https://doi.org/10.3390/resources13030036.

Syamsiah, N., Joko P, B., & Hadi, A. (2020). PENGARUH PEMBERIAN DOSIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) PADA MEDIA LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND) TERHADAP pH, Fe, Mn UNTUK PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG DI PT JORONG. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, *5*(3), 41–45.

Tjang, M. E., Ramadhan, D. K., & Marsidi, J. G. (2026). Perbandingan Pupuk Kompos Kotoran Sapi dan NPK Mutiara terhadap Pertumbuhan Kailan Jepang di Media Tanam Polybag. *Flora : Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, *3*(1), 09–20. https://doi.org/10.62951/flora.v3i1.556.

Wahono, E., Izzati, M., & Parman, S. (2018). Interaksi antara Tingkat Ketersediaan Air dan Varietas terhadap Kandungan Prolin serta Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merr). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, *3*(1), 11–19.

Wati, K. R., Hazriani, R., & Manurung, R. (2025). EVALUASI STATUS

KESUBURAN TANAH ULTISOL PADA DUA PENGGUNAAN LAHAN DI DESA PAK BULU KECAMATAN ANJONGAN KABUPATEN MEMPAWAH. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *12*(1), 107–116. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2025.012.1.11.

Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. In *Nature* (Vol. 528, Number 7580, pp. 51–59). Nature Publishing Group. https://doi.org/10.1038/nature15743.