

Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Berbahan Daun Kering, Kotoran Sapi, EM4, dan Molase terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L*)

Dian Putri Lestari¹, Marisa Sitanggang², Nur Afliza³, Putri Nurlela Nasution⁴,
Rika Lidia Sibarani⁵, Yokhe Maria Anastasya Tampubolon^{6*}, Bunga Ria Sitanggang⁷
¹⁻⁷Universitas Negeri Medan, Indonesia

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang,
Sumatera Utara, Indonesia

Korespondensi penulis: yokhetampubolon71@gmail.com*

Abstract. This study aimed to evaluate the effect of solid organic fertilizer made from dry leaves, cow manure, EM4, and molasses on the growth of pakcoy (*Brassica rapa L.*). The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments: control (no fertilizer), and fertilizer applications at concentrations of 15%, 30%, and 35%, each replicated three times. Observed parameters included plant height, number of leaves, and fresh weight. Data were analyzed using ANOVA followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. The results showed that the application of solid organic fertilizer significantly affected the growth of pakcoy. The 30% concentration yielded the best results, with an average plant height of 18.3 cm, 10 leaves per plant, and a fresh weight of 22.5 grams. Statistical analysis confirmed significant differences among treatments ($p < 0.05$). These findings indicate that applying 30% solid organic fertilizer effectively enhances pakcoy growth and supports sustainable organic farming practices.

Keywords: Cow manure, Dry leaves, EM4, Pakcoy, Solid organic fertilizer.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian pupuk organik padat berbahan dasar daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu kontrol (tanpa pupuk), serta pemberian pupuk dengan konsentrasi 15%, 30%, dan 35%, masing-masing terdiri dari tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik padat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan pakcoy. Konsentrasi 30% memberikan hasil terbaik dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 18,3 cm, jumlah daun 10 helai, dan bobot segar 22,5 gram. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan dengan nilai $p < 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik padat pada konsentrasi 30% mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal dan dapat menjadi solusi alternatif dalam penerapan pertanian organik yang berkelanjutan.

Kata kunci: Kotoran sapi, Daun kering, EM4, Pakcoy, Pupuk organik padat.

1. LATAR BELAKANG

Pertanian berkelanjutan menjadi solusi terhadap ketahanan pangan global dan degradasi lahan akibat penggunaan pupuk kimia berlebih. Pupuk anorganik dalam jangka panjang merusak kualitas tanah dan keseimbangan mikroba, serta meninggalkan residu berbahaya. Sebagai alternatif, pupuk organik dinilai mampu memperbaiki kualitas tanah dan mendukung pertanian rendah emisi (Kusuma & Santoso, 2020).

Inovasi pengelolaan limbah organik rumah tangga, seperti kombinasi daun kering, kotoran sapi, molase, dan EM4, menghasilkan pupuk organik padat yang efektif. Daun kering mengandung karbon dan unsur hara penting serta memperbaiki struktur tanah (Septiani *et al.*, 2022), sedangkan kotoran sapi kaya nitrogen, fosfor, dan kalium, serta meningkatkan bahan organik tanah (Suliartini *et al.*, 2024).

Molase sebagai limbah industri gula berfungsi sebagai sumber energi mikroba yang mempercepat fermentasi (Dhalika *et al.*, 2021), sementara EM4 mengandung mikroorganisme efektif untuk mempercepat pelapukan bahan organik (Ponidi & Rizaly, 2023). Kombinasi ini menghasilkan pupuk organik yang murah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Fadli & Kamaliyah, 2023).

Namun, riset tentang kombinasi bahan tersebut dalam bentuk pupuk padat, khususnya untuk tanaman hortikultura seperti pakcoy, masih terbatas. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada pupuk cair atau hanya menganalisis kandungan hara tanpa menguji dampaknya pada pertumbuhan tanaman (Rustiani *et al.*, 2021; Efendy *et al.*, 2024).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pupuk organik padat dari daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase terhadap pertumbuhan pakcoy, dilihat dari tinggi, jumlah daun, dan bobot segar. Hasilnya diharapkan menjadi dasar pengembangan formulasi pupuk organik yang hemat biaya dan cocok untuk pertanian rumah tangga serta organik berskala kecil.

2. KAJIAN TEORITIS

Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang berdampak negatif pada lingkungan dan kesuburan tanah, seperti kerusakan struktur tanah, penurunan mikroba tanah, dan pencemaran residu kimia (Kusuma & Santoso, 2020). Untuk itu, pemanfaatan pupuk organik menjadi alternatif ramah lingkungan karena mampu memperbaiki sifat tanah, menyediakan unsur hara, serta mendukung keberlanjutan ekosistem mikroba (Rustiani *et al.*, 2021).

Inovasi yang dapat dikembangkan adalah pupuk organik padat dari limbah rumah tangga seperti daun kering, kotoran sapi, molase, dan EM4. Daun kering berperan dalam keseimbangan rasio C/N (Septiani *et al.*, 2022), sedangkan kotoran sapi kaya unsur hara tetapi perlu difermentasi karena risiko pH rendah dan patogen (Suliartini *et al.*, 2024).

EM4 mengandung mikroorganisme seperti *Lactobacillus*, *Streptomyces*, *Rhodopseudomonas*, dan ragi yang mempercepat penguraian dan meningkatkan kesuburan (Ponidi & Rizaly, 2023). Molase berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroba karena kandungan gulanya yang mendukung fermentasi (Dhalika *et al.*, 2021). Kombinasi ini

menghasilkan pupuk organik yang kaya hara, mudah diserap tanaman, dan bebas residu kimia (Fadli & Kamaliyah, 2023).

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) populer karena nilai gizinya dan cocok untuk budidaya urban menggunakan polybag (Catharina *et al.*, 2023). Nutrisi seimbang dari pupuk sangat dibutuhkan untuk pertumbuhannya (Hartatik & Asmawan, 2022). Namun, efektivitas pupuk organik padat dari kombinasi bahan limbah rumah tangga dan peternakan masih minim diteliti.

Penelitian sebelumnya lebih banyak fokus pada satu jenis bahan atau pupuk cair. Kajian tentang pupuk padat hasil fermentasi 14 hari dengan bahan lokal terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura masih terbatas, menunjukkan adanya research gap. Maka, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh dan menentukan konsentrasi optimal pupuk organik padat dari daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase terhadap pertumbuhan pakcoy. Penelitian ini diharapkan mendukung pengembangan pupuk organik yang terjangkau, aplikatif, dan berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, pada bulan Mei–Juni 2025. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak tiga kali ($n = 3$), sehingga terdapat total 12 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan berupa konsentrasi pupuk organik padat dalam media tanam, yaitu: P0 (kontrol/tanpa pupuk), P1 (15%), P2 (30%), dan P3 (35%).

Pupuk organik padat dibuat dari campuran daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase dengan proses fermentasi selama 14 hari dalam kondisi anaerob. Setelah fermentasi selesai, pupuk diaplikasikan ke media tanam berupa campuran tanah dan sekam dengan perbandingan 2:1. Tanaman uji yang digunakan adalah pakcoy (*Brassica rapa L.*), ditanam dalam polybag berdiameter 30 cm dengan satu tanaman per polybag.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan bobot segar tanaman (gram). Pengamatan dilakukan selama 21 hari setelah tanam (HST) secara destruktif. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap masing-masing variabel. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil fermentasi dari daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase selama 14 hari. Proses fermentasi bertujuan untuk mematangkan bahan organik dan mengurangi aktivitas mikroorganisme patogen. Ciri pupuk yang matang antara lain adalah warna cokelat gelap, tekstur gembur, dan bau tidak menyengat, menandakan bahwa dekomposisi telah sempurna (Ponidi & Rizaly, 2023).

Dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan senyawa humat dan unsur hara yang dapat diserap tanaman. EM4, yang mengandung *Lactobacillus*, *Streptomyces*, dan *Saccharomyces*, mempercepat proses tersebut dengan meningkatkan aktivitas mikroba tanah (Kusuma & Santoso, 2020). Kandungan molase sebagai sumber energi juga berperan penting dalam mendukung metabolisme mikroba selama fermentasi (Dhalika *et al.*, 2021).



Gambar 1. Pupuk Organik Padat

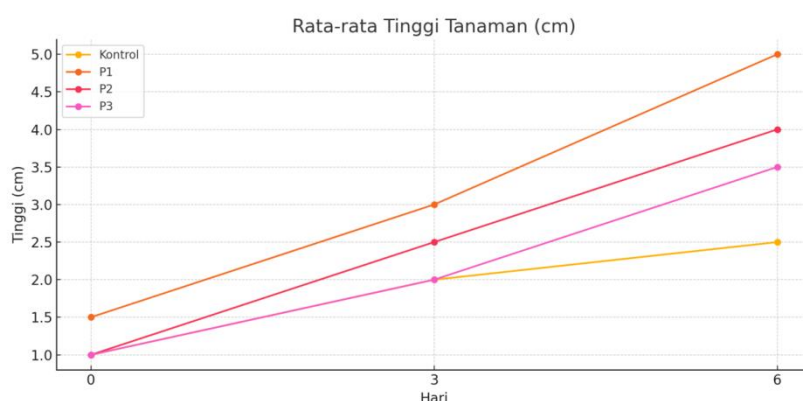
Uji NPK Pupuk Organik Padat

Tabel 1. Hasil Uji BSIP

NO	Jenis Analisis	Nilai	Metode Uji
1	N-Total (%)	0.51	IK 0.3. 14.0 (Kjeldahl)
2	P ₂ O ₅ (%)	1.61	IK 0.3. 15.0 (Spectrofotometri)
3	K ₂ O (%)	2.75	IK 0.3. 16.0 (AAS)

Hasil uji laboratorium menunjukkan pupuk organik padat mengandung N-total 0,51%, P₂O₅ 1,61%, dan K₂O 2,75%. Kandungan nitrogen yang rendah (<1%) tetap berperan dalam pembentukan daun, batang, asam amino, dan klorofil (Lim, 2016), serta masih mendukung pertumbuhan awal tanaman dengan bantuan mikroba pelarut nitrogen. Fosfor sebesar 1,61% tergolong sedang dan penting untuk pertumbuhan akar serta pembelahan sel pada fase awal vegetatif (Aryani *et al.*, 2024). Kalium yang tinggi (2,75%) bermanfaat dalam pengaturan tekanan osmotik, ketahanan stres, dan distribusi hasil fotosintesis, yang memengaruhi kualitas hasil tanaman (Hartawan *et al.*, 2024). Dengan rasio ini, pupuk cocok untuk fase pertumbuhan vegetatif lanjut dan reproduktif, khususnya tanaman yang memerlukan kalium tinggi seperti pakcoy.

Hasil Tinggi Tanaman



Gambar 2. rata-rata tinggi tanaman

Grafik menunjukkan rata-rata tinggi tanaman (cm) dari hari ke-0, ke-3, hingga ke-6 untuk empat perlakuan: kontrol, P1 (15%), P2 (30%), dan P3 (35%). Perlakuan P1 menunjukkan pertumbuhan paling signifikan, mencapai 5,0 cm pada hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 15%, ketersediaan unsur hara optimal tanpa menyebabkan kelebihan yang menghambat penyerapan.

Secara fisiologis, nitrogen penting dalam pembentukan protein dan klorofil yang mendukung pertumbuhan tinggi tanaman (Russel, 1997). Dengan kandungan nitrogen pupuk sebesar 0,51% yang tergolong rendah, dosis rendah seperti P1 lebih efisien diserap dibanding dosis lebih tinggi yang dapat menimbulkan ketidakseimbangan hara (Lim, 2016; Kurnianta *et al.*, 2021).

Pada hari ke-6, urutan pertumbuhan tertinggi hingga terendah adalah: P1 (5,0 cm), P2 (4,0 cm), P3 (3,5 cm), dan kontrol (2,5 cm), menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik padat, terutama pada konsentrasi 15%, secara nyata mempercepat pertumbuhan tanaman dibandingkan tanpa perlakuan.

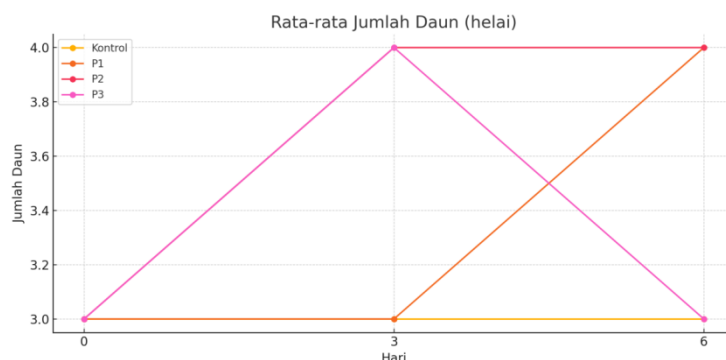
Tabel 2. Uji Anova Tinggi Tanaman

Hari Pengamatan	Perbandingan	Mean Difference (I-J)	Sig. (perkiraan)	Keterangan
Hari ke-0	P0 vs P1	$(1.67 - 1.33) = 0.33$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(1.67 - 1.5) = 0.17$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(1.67 - 1) = 0.67$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(1.33 - 1.5) = -0.17$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(1.33 - 1) = 0.33$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(1.5 - 1) = 0.5$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
Hari ke-3	P0 vs P1	$(1.83 - 2.33) = -0.50$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(1.83 - 2.33) = -0.50$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(1.83 - 1.73) = 0.10$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(2.33 - 2.33) = 0.00$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(2.33 - 1.73) = 0.60$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata

Hari Pengamatan	Perbandingan	Mean Difference (I-J)	Sig. (perkiraan)	Keterangan
Hari ke-6	P2 vs P3	$(2.33 - 1.73) = 0.60$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P1	$(2.17 - 4.33) = -2.17$ cm	< 0.05	Berbeda nyata
	P0 vs P2	$(2.17 - 3.83) = -1.66$ cm	< 0.05	Berbeda nyata
	P0 vs P3	$(2.17 - 2.33) = -0.17$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(4.33 - 3.83) = 0.50$ cm	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(4.33 - 2.33) = 2.00$ cm	< 0.05	Berbeda nyata
	P2 vs P3	$(3.83 - 2.33) = 1.50$ cm	< 0.05	Berbeda nyata

Tabel ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$) hanya muncul pada hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa efek fisiologis pupuk organik baru terlihat setelah beberapa hari. Secara fisiologis, tanaman membutuhkan waktu 5–10 hari untuk merespons pupuk organik karena unsur hara harus mengalami proses mineralisasi sebelum tersedia dalam bentuk ion anorganik yang dapat diserap (Russel, 1997). Temuan ini mendukung teori bahwa respons tanaman terhadap pupuk organik memang lebih lambat dibandingkan pupuk kimia (Rustiani *et al.*, 2021).

Hasil Jumlah Daun



Gambar 3. perkembangan jumlah daun tanaman pakcoy selama enam hari

Grafik menunjukkan perkembangan jumlah daun tanaman pakcoy selama enam hari dengan perlakuan berbagai konsentrasi pupuk organik (kontrol, 15%, 30%, dan 35%). Pada hari ke-0, seluruh perlakuan memiliki rata-rata dua helai daun. Seiring waktu, kelompok kontrol menunjukkan penambahan daun yang minimal, sedangkan semua perlakuan pupuk organik mengalami peningkatan jumlah daun. Perlakuan 35% menunjukkan peningkatan paling signifikan, diikuti 30% dan 15%. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pupuk organik, semakin besar jumlah daun yang dihasilkan dalam waktu enam hari.

Sementara itu, untuk parameter tinggi tanaman, perlakuan 15% (P1) menunjukkan peningkatan tertinggi, mencapai 5,0 cm pada hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, unsur hara tersedia dalam jumlah optimal tanpa menyebabkan kelebihan. Dalam fisiologi tanaman, nitrogen merupakan unsur penting dalam sintesis protein dan klorofil

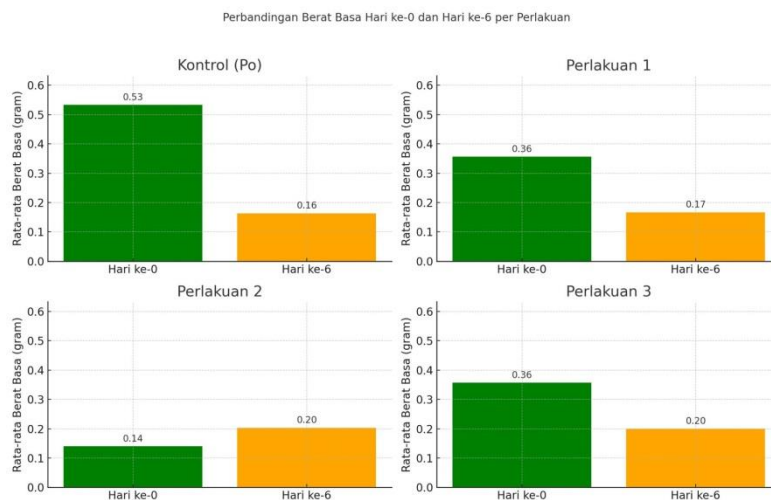
yang mendukung pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman (Russel, 1997). Kandungan nitrogen pupuk yang hanya 0,51% tergolong rendah, sehingga pemberian dosis rendah (15%) justru memberikan efisiensi penyerapan yang lebih baik dibandingkan dosis lebih tinggi yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara (Lim, 2016; Kurnianta *et al.*, 2021).

Tabel 3 Uji Anova Jumlah Daun

Hari Pengamatan	Perbandingan	Mean Difference (I-J)	Sig. (perkiraan)	Keterangan
Hari ke-0	P0 vs P1	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(3.00 - 3.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
Hari ke-3	P0 vs P1	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(3.33 - 3.33) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
Hari ke-6	P0 vs P1	$(3.33 - 4.00) = -0.67$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(3.33 - 4.00) = -0.67$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(3.33 - 3.67) = -0.34$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(4.00 - 4.00) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(4.00 - 3.67) = 0.33$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(4.00 - 3.67) = 0.33$	> 0.05	Tidak berbeda nyata

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) pada jumlah daun antar perlakuan pupuk organik, meskipun secara deskriptif perlakuan 30% dan 35% menunjukkan tren peningkatan. Ketidaksignifikanan ini dapat disebabkan oleh dua kemungkinan: pertama, konsentrasi pupuk yang digunakan belum mencapai tingkat optimal untuk merangsang peningkatan jumlah daun secara statistik; kedua, pertumbuhan jumlah daun memerlukan proses fisiologis yang lebih kompleks dan lambat dibandingkan penambahan tinggi tanaman, karena diferensiasi sel dan pembentukan jaringan daun membutuhkan energi serta nutrisi yang lebih besar (Hartatik & Asmawan, 2022). Meskipun demikian, tren positif pada perlakuan konsentrasi lebih tinggi tetap mengindikasikan potensi pemupukan organik dalam merangsang pembentukan daun, terutama melalui kontribusi unsur fosfor dan kalium yang berperan dalam pembelahan sel dan transpor nutrisi (Aryani *et al.*, 2024).

Berat Basah Tanaman



Gambar 4. grafik Tinggi tanaman keseluruhan hari ke 0 dan 6

Pada hari ke-6, kelompok perlakuan P2 dan P3 menunjukkan peningkatan berat basah menjadi 0,20 gram, dibanding kontrol yang justru menurun drastis. Berat basah berbanding lurus dengan jumlah daun dan luas permukaan fotosintetik yang terbentuk. Fotosintesis optimal menghasilkan akumulasi karbohidrat yang meningkatkan biomassa segar (Tanjung *et al.*, 2024). Kandungan kalium yang tinggi pada pupuk (2,75%) mendukung keseimbangan air sel dan pengangkutan hasil fotosintesis, yang sangat menentukan berat basah tanaman (Rosyida & Nugroho, 2017).

Tabel 4. Uji Anova Berat Basa

Hari Pengamatan	Perbandingan	Mean Difference (I-J)	Sig. (perkiraan)	Keterangan
Hari ke-0	P0 vs P1	$(0.53 - 0.36) = 0.17$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(0.53 - 0.14) = 0.39$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(0.53 - 0.36) = 0.17$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(0.36 - 0.14) = 0.22$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(0.36 - 0.36) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(0.14 - 0.36) = -0.22$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
Hari ke-6	P0 vs P1	$(0.16 - 0.17) = -0.01$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P2	$(0.16 - 0.20) = -0.04$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P0 vs P3	$(0.16 - 0.20) = -0.04$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P2	$(0.17 - 0.20) = -0.03$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P1 vs P3	$(0.17 - 0.20) = -0.03$	> 0.05	Tidak berbeda nyata
	P2 vs P3	$(0.20 - 0.20) = 0.00$	> 0.05	Tidak berbeda nyata

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan berat basah antar perlakuan tidak signifikan ($p > 0,05$), meskipun secara deskriptif kelompok perlakuan P2 (30%) dan P3 (35%) menunjukkan tren peningkatan. Berat basah tanaman sangat dipengaruhi oleh kadar air dalam jaringan tanaman, yang bergantung pada jumlah daun, luas permukaan fotosintesis, serta

aktivitas metabolik yang berlangsung di dalam tanaman (Rosyida & Nugroho, 2017). Kandungan kalium yang tinggi dalam pupuk (2,75%) berperan penting dalam efisiensi penggunaan air dan transpor hasil fotosintesis ke jaringan penyimpanan, sehingga berdampak langsung pada peningkatan berat basah (Sarido & Junia, 2017; Tanjung *et al.*, 2024). Meskipun peningkatan yang terjadi belum signifikan secara statistik, tren tersebut mengindikasikan bahwa pemberian pupuk organik mulai memberikan respons fisiologis, yang kemungkinan akan lebih nyata jika dilakukan dengan dosis yang lebih tepat atau dalam periode pengamatan yang lebih panjang.

Pembahasan

Pupuk organik padat dari daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase menunjukkan manfaat nyata terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Proses fermentasi selama dua minggu menghasilkan pupuk matang dengan warna coklat kehitaman, tekstur gembur, dan tanpa bau menyengat, yang menandakan dekomposisi bahan organik berlangsung optimal. Daun kering sebagai sumber karbon, kotoran sapi sebagai sumber NPK, EM4 sebagai mikroorganisme dekomposer, dan molase sebagai sumber energi mikroba berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pupuk (Septiani *et al.*, 2022; Suliartini *et al.*, 2024; Ponidi & Rizaly, 2023; Dhalika *et al.*, 2021).

Kandungan nitrogen sebesar 0,51% tergolong rendah, fosfor (P_2O_5) 1,61% tergolong sedang, dan kalium (K_2O) 2,75% tergolong tinggi (Lim, 2016; Aryani *et al.*, 2024). Kandungan K yang tinggi bermanfaat untuk ketahanan terhadap stres dan pengangkutan fotosintat (Hartawan *et al.*, 2024). Disarankan untuk mengombinasikan pupuk ini dengan pupuk kaya nitrogen agar hasil lebih optimal (Kurnianta *et al.*, 2021; Rustanti *et al.*, 2021).

Peningkatan tinggi tanaman terutama terlihat pada Perlakuan 1 dan 2, sementara kontrol menunjukkan pertumbuhan rendah. Meskipun kandungan nitrogen tergolong rendah, aktivitas mikroba EM4 diduga meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui proses dekomposisi (Ponidi & Rizaly, 2023; Kusuma & Santoso, 2020). Uji ANOVA repeated measure menunjukkan bahwa waktu berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman ($p < 0,05$), dengan nilai partial eta squared sebesar 0,848.

Jumlah daun meningkat pada Perlakuan 2 dan 3. Meskipun interaksi waktu dan perlakuan tidak signifikan ($p > 0,05$), tren menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik mulai berdampak secara fisiologis. Fosfor dan kalium mendukung pembentukan daun melalui pembelahan sel dan efisiensi fotosintesis (Hartawan *et al.*, 2024; Aryani *et al.*, 2024).

Berat basah meningkat pada Perlakuan 2 dan 3, meskipun uji ANOVA tidak menunjukkan pengaruh signifikan waktu maupun interaksi perlakuan ($p > 0,05$). Namun secara deskriptif, kelompok perlakuan menunjukkan penurunan yang lebih lambat atau bahkan peningkatan berat segar dibanding kontrol. Kalium dalam pupuk membantu osmoregulasi dan pengangkutan hasil fotosintesis (Rosyida & Nugroho, 2017; Sarido & Junia, 2017; Tanjung *et al.*, 2024).

Bobot basah tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dan jumlah daun. Nitrogen merupakan unsur utama penyusun sel dan organ penyimpanan air seperti daun, sehingga kekurangan N akan berdampak pada penurunan berat segar (Ardiansyah, 2013; Russel, 1997; Anjani *et al.*, 2022; Polii, 2009).

Secara keseluruhan, pupuk organik padat ini memberikan efek positif terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy, khususnya tinggi tanaman dan berat basah, serta ramah lingkungan karena mendaur ulang limbah organik. Aplikasi jangka panjang dan kombinasi dengan pupuk kaya nitrogen direkomendasikan untuk hasil yang lebih optimal dan berkelanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian pupuk organik yang diformulasikan dari daun kering, kotoran sapi, EM4, dan molase terbukti memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassicarapa* L). Tanaman yang diberi pupuk organik menunjukkan peningkatan yang lebih baik dibandingkan tanaman tanpa perlakuan, khususnya pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah. Dari beberapa konsentrasi yang diuji, perlakuan dengan konsentrasi 15% dan 30% menghasilkan pertumbuhan yang lebih optimal, meskipun tidak selalu menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Konsentrasi 15% cenderung memberikan hasil terbaik dalam pertumbuhan tinggi tanaman, sedangkan konsentrasi 30% dan 35% menunjukkan potensi dalam meningkatkan jumlah daun dan berat basah. Dengan demikian, penggunaan pupuk organik berbahan dasar limbah alami ini dapat menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy, sekaligus memanfaatkan limbah organik secara produktif. Disarankan untuk menggunakan pupuk organik dengan konsentrasi 15% untuk mencapai pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy yang optimal. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengeksplorasi konsentrasi yang lebih bervariasi dan kombinasi bahan organik lainnya, serta untuk mengamati efek jangka panjang dari penggunaan pupuk organik ini. Penggunaan pupuk organik berbahan

dasar limbah alami juga sebaiknya dipromosikan sebagai alternatif yang ramah lingkungan dalam pertanian, guna memanfaatkan limbah organik secara produktif.

DAFTAR REFERENSI

- Anjani, D. N., Pratiwi, R. R., & Andriyani, R. (2022). Pengaruh kombinasi pupuk kandang dan kompos terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 10(2), 45–52.
- Ardiansyah, F. (2013). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman sayuran. *Jurnal Agro*, 7(1), 11–16.
- Aryani, D., Ramadhan, R., & Permana, Y. (2024). Peran fosfor dan kalium dalam peningkatan hasil tanaman hortikultura. *Jurnal Hortikultura Tropis*, 12(1), 33–41.
- Catharina, R., Simanjuntak, P., & Rahayu, T. (2023). Potensi pakcoy (*Brassica rapa* L.) dalam sistem pertanian urban. *Jurnal Agrikultura Perkotaan*, 8(3), 29–37.
- Dhalika, F., Yuliana, R., & Wicaksono, A. (2021). Peran molase dalam peningkatan efisiensi fermentasi pupuk organik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(2), 87–94.
- Fadli, R., & Kamaliyah, N. (2023). Formulasi pupuk organik padat berbasis limbah rumah tangga. *Jurnal Ekologi Lingkungan dan Pertanian*, 11(1), 12–19.
- Hartawan, Y., Lubis, F., & Prasetyo, B. (2024). Pengaruh kalium terhadap kualitas hasil tanaman hortikultura. *Jurnal Ilmu Tanaman*, 15(1), 21–28.
- Kurnianta, F., Lestari, H., & Nugraheni, D. (2021). Optimalisasi kombinasi pupuk organik dan anorganik dalam budidaya sayuran daun. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 9(3), 55–61.
- Kusuma, D. R., & Santoso, A. (2020). Pengaruh EM4 terhadap dekomposisi bahan organik dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 7(2), 44–51.
- Lim, K. S. (2016). Kandungan nitrogen dalam pupuk dan perannya terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agro Biologi*, 4(2), 39–45.
- Polii, Y. S. (2009). Korelasi antara jumlah daun dan bobot segar tanaman sayur. *Jurnal Biologi Tropika*, 6(2), 18–22.
- Ponidi, & Rizaly, R. (2023). Karakteristik EM4 dalam penguraian bahan organik dan peningkatan kesuburan tanah. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 10(1), 66–73.
- Rosyida, A., & Nugroho, R. (2017). Pengaruh luas daun terhadap bobot segar tanaman pakcoy. *Jurnal Biologi dan Pertanian*, 5(1), 71–76.
- Russel, D. A. (1997). *Plant physiology*. McGraw-Hill Education.
- Rustanti, R., Utami, S., & Prasetya, B. (2021). Efektivitas pupuk organik dalam meningkatkan hasil tanaman dibandingkan pupuk kimia. *Jurnal Pertanian Lestari*, 8(3), 101–109.

- Sarido, A., & Junia, S. (2017). Peran kalium terhadap peningkatan berat basah tanaman hortikultura. *Jurnal Ilmu Tanaman Indonesia*, 6(2), 59–65.
- Septiani, R., Dewi, P. A., & Mustika, T. (2022). Pemanfaatan daun kering sebagai bahan baku pupuk organik padat. *Jurnal Lingkungan Pertanian*, 13(1), 23–30.
- Sulianti, N. M., Arimbawa, P. A., & Lestari, D. (2024). Karakteristik kotoran sapi sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Ilmu Peternakan Tropika*, 16(1), 10–18.
- Tanjung, R., Halim, F., & Astuti, W. (2024). Hubungan fotosintesis dengan peningkatan berat segar tanaman pakcoy. *Jurnal Hortikultura Nusantara*, 11(2), 38–44.