



Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.) terhadap Frekuensi dan Dosis Pupuk NPK dalam Bentuk Enkapsulasi

Faisal Fachrurrozi¹, Tri Wahyu Saputra¹, Suci Ristiyana^{1*}, Cahyoadi Bowo²

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember

²Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember

*Email correspondence: suciristi@unej.ac.id

Informasi Artikel

Diterima 8 Juli 2023

Direvisi 12 Mei 2025

Disetujui terbit 29 Juni 2025

Diterbitkan online 30 Juni 2025

Keywords

Encapsulated fertilizer, fertilizer dosage, frequency, kale, NPK

Abstract

Encapsulation in the combination of specification components with additional elements to create a capsule as a protective material. NPK fertilizer is one of the inorganic fertilizers that is used very efficiently in increasing the availability of macro nutrients N, P, and K replacing single fertilizers which are sometimes difficult to obtain and very expensive. Kale itself is a plant that is rich in nutrients, moreover it contains many high antioxidants and other good compounds and is also classified as a superfood plant. However, the development in Indonesia is still low due to land degradation and fertilizers that have been contaminated by other materials. The use of encapsulation in fertilizers is needed because it provides many benefits such as increasing soil binding capacity to water, facilitating root growth, storing water longer, efficient use and can be used in agricultural land, plantations, and critical land reclamation. The provision of NPK encapsulation can increase the effectiveness of plants, increase the substance of soil humus, growth hormones, enzymes and organic compounds in the soil. This study used a completely randomized design with two factors, namely the frequency of fertilization (once, twice, and thrice). The second factor is the encapsulation dose with 4 levels including control, 10, 15, and 20 gram. The results showed the best results in N1P1 for plant height, N1P2 for plant fresh weight with a dose of 10 grams and a fertilization frequency of 1 time and a dose of 10 grams and a fertilization frequency of 2 times. Giving a dose of NPK encapsulation of 10 grams (N1) is proven to increase growth and yield in kale plants and can be recommended as an alternative to kale plant cultivation.



Kata Kunci

Dosis pupuk, frekuensi pemupukan, kale, NPK, pupuk enkapsulasi

Abstrak

Enkapsulasi merupakan kombinasi komponen spesifikasi dengan elemen tambahan untuk membuat kapsul sebagai bahan pelindungnya. Pupuk NPK merupakan salah satu pupuk anorganik yang digunakan sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro N, P, dan K menggantikan pupuk tunggal yang terkadang susah untuk diperoleh dan sangat mahal. Tanaman kale sendiri merupakan tanaman yang kaya akan nutrisi, selain itu tanaman kale banyak mengandung antioksidan tinggi dan senyawa baik lainnya dan juga tergolong ke tanaman *superfood*, namun pengembangan di Indonesia masih rendah akibat degradasi lahan dan pupuk yang sudah tercemar oleh bahan lain. Penggunaan enkapsulasi pada pupuk sangat baik karena banyak memberikan manfaat seperti meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, memudahkan pertumbuhan akar, menyimpan air lebih lama, pemakaiannya yang hemat dan bias digunakan dalam lahan pertanian, perkebunan, dan reklamasi lahan kritis. Pemberian enkapsulasi NPK mampu meningkatkan efektivitas pada tanaman, meningkatkan substansi humus tanah, hormon pertumbuhan, enzim dan senyawa-senyawa organik yang berada di dalam tanah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu frekuensi pemupukan yang terdiri atas 3 taraf, di antaranya 1, 2, dan 3 kali. Faktor kedua yaitu dosis enkapsulasi dengan 4 taraf di antaranya kontrol, 10, 15, dan 20 gram. Hasil penelitian menunjukkan hasil terbaik pada N1P1 untuk tinggi tanaman, N1P2 untuk bobot segar tanaman dengan perlakuan dosis 10 gram dan frekuensi pemupukan 1 kali serta dosis 10 gram dan frekuensi pemupukan 2 kali. Pemberian dosis enkapsulasi NPK 10 gram (N1) terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman kale sehingga dapat direkomendasikan sebagai alternatif budidaya tanaman kale.

1. Pendahuluan

Kale ialah sayuran kelas dunia yang memiliki nutrisi tinggi. Kale berasal dari kelas *Brassica*. Nama "kale" berasal dari bahasa Belanda yang berarti "kol petani". Secara fisik, kale merupakan sayuran yang mirip dengan brokoli dan kubis, namun yang membedakannya hanya memiliki daun sejati. Perbedaan jenis kale dapat dengan mudah dilihat dari bentuk daunnya, yakni kale daun lurus dan kale daun keriting (Dewanti *et al.* 2019). Tanaman kale hanya diperdagangkan di pasar modern karena harganya yang cenderung tinggi (Zulvanissa 2023). Kandungan nutrisi yang terdapat pada kale menjadikan tanaman kale memiliki nilai ekonomi yang tinggi dengan harga mencapai 37 ribu per 200 g dan umumnya dipasarkan di kalangan menengah ke atas (Setiawan 2021).

Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) merupakan jenis sayur kelas dunia yang mengandung nilai nutrisi tinggi tampilan fisik kale mirip dengan brokoli dan kubis. Daun kale berwarna hijau atau ungu kebiruan dan jenis kale berdasarkan jenis daunnya, yaitu kale keriting dan kale *flat*. Kale mengandung sulforafan, vitamin beta karoten, flavonoid, kerap mendapat sebutan ratu sayur di dunia (Hanum dan Jazilah 2021). Usaha untuk meningkatkan perkembangan tanaman kale dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan pupuk anorganik (Praciska *et al.* 2021). Pengembangan kale di Indonesia tergolong masih rendah

padahal dengan jumlah penduduk Indonesia sebesar 400 juta orang pada tahun 2050 mendatang membutuhkan pemenuhan sayur-mayur sebanyak 19.852.000 ton (Fajri dan Roedy 2018)

Hal ini dibuktikan pada penelitian Siga *et al.* (2021) menyatakan bahwa tinggi tanaman kale yaitu 16,70 cm dan berat basah 13,72 gram. Hasil ini diperoleh dari petani yang membudidayakan secara konvensional. Pertanian konvensional menimbulkan beberapa masalah pencemaran lingkungan, kerusakan alam, dan mengganggu kesehatan manusia merupakan sebuah fakta yang harus segera diatasi oleh semua orang. Upaya penekanan penggunaan pupuk kimia yang di substitusikan oleh pupuk organik dan pemanfaatan pestisida nabati sebagai pengganti pestisida organik sudah banyak diupayakan (Akhiriana *et al.* 2023). Peningkatan konsumsi pupuk tidak diimbangi oleh efisiensi penggunaannya. Pupuk konvensional memiliki efisiensi penggunaan nutrisi (unsur hara) (*nutrient use efficiency*) yang rendah dari kemampuan tanaman untuk memperoleh nutrisi, mengangkutnya ke dalam akar dan memindahkannya ke bagian lain dari tanaman. Efisiensi penggunaan nutrisi dari unsur hara makro seperti N, P, dan K masing-masing mencapai 30–35, 18–20, dan 35–40% (Singh *et al.* 2024).

Teknologi pupuk lepas lambat adalah salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. Atau *Slow-Release Fertilizer* (SRF) (Lu *et al.* 2022). Solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan meminimalkan polusi tanah dan air adalah menggunakan pupuk pelepasan terkendali (*controlled release fertilizer*). Jenis pupuk ini merupakan cara untuk memasok unsur hara secara bertahap dan sesuai dengan kebutuhan untuk tanaman. Pupuk pelepasan terkendali mampu mengontrol pelepasan unsur hara selama periode waktu yang lama (Himmah *et al.* 2018; Sempeho *et al.* 2014). Teknik enkapsulasi menjadikan pupuk lepas lambat dapat terurai di tanah secara sempurna, mudah diserap oleh akar tanaman, dan tidak meninggalkan residue bagi lingkungan. Enkapsulasi adalah suatu proses yang mampu mempertahankan sifat fisik, kimia, dan biologis dari suatu senyawa aktif atau bahan inti dengan cara melapisinya di dalam suatu bahan penyalut (Agustin dan Wibowo 2021).

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain sarung tangan lateks, pot semai, drum plastik, aerator, selang, *sprayer*, klorofimeter, timbangan digital, gelas ukur, timbangan, gunting, penggaris, kamera digital, sekop, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih kale varietas *Nero*, polibag ukuran 35 x 35 cm, abu arang, tepung cangkang telur, molase, kertas label, tanah, dan lain-lain.

2.2. Rancangan penelitian

Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah frekuensi pemupukan dengan 3 taraf yaitu:

P1: Frekuensi pemupukan 1 kali,

P2: Frekuensi pemupukan 2 kali,

P3: Frekuensi pemupukan 3 kali.

Faktor kedua dosis pupuk enkapsulasi NPK terdiri atas 4 taraf yaitu:

N0: 15 gram kontrol,

N1: 10 gram enkapsulasi,

N2: 15 gram enkapsulasi,

N3: 20 gram enkapsulasi.

2.3. Pelaksanaan penelitian

Persiapan media tanam, persiapan bibit kale, pembuatan pupuk enkapsulasi NPK, penanaman, pemeliharaan, pemupukan/perlakuan dosis, pemanenan.

2.4. Variabel pengamatan

Jumlah daun per tanaman, tinggi tanaman, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, kandungan klorofil, dan luas daun.

2.5. Analisis data

Analisis data menggunakan ANOVA atau sidik ragam. Kemudian apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut yakni uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%.

2. Hasil dan Pembahasan

2.3. Hasil analisis tanah

Tanah pada penelitian ini diambil di lahan Agroteknopark, Universitas Jember. Hasil tanah yang akan digunakan sebelumnya diuji di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah, Fakultas Pertanian. Hasil uji tersebut didapatkan hasil pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisis kandungan tanah pada pelaksanaan percobaan

No	Jenis Analisis	Nilai	Satuan	Permen Kementan
1.	pH	6,40	-	Sedang
2.	N-total	0,09	%	Rendah
3.	P ₂ O ₅	0,49	%	Rendah
4.	K ₂ O	0,002	%	Rendah
5.	C-organik	2,37	%	Rendah

Berdasarkan kriteria penilaian, hasil analisis kimia tanah membuktikan bahwa tanah penelitian yang digunakan memiliki tingkat kesuburan rendah, yaitu dengan pH yang masam sebesar 6,4 unsur makro N, P, dan K yang tergolong rendah serta kandungan C-organik rendah.

2.4. Hasil uji kelarutan pupuk

Berdasarkan Tabel 2 dihasilkan nilai kelarutan pupuk NPK yang terenapsulasi memiliki waktu yang cukup lama untuk terlarut dalam air, dibandingkan dengan pupuk yang tidak terenapsulasi. Karakter dasar pupuk NPK yang higroskopis menyebabkan pupuk tersebut memiliki kelarutan yang tinggi, sehingga mudah larut dalam air.

Tabel 2 Data kelarutan pupuk

Ulangan/Perlakuan	Enkapsulasi (detik)	Tanpa enkapsulasi (detik)
1	15,29	1,20
2	33,10	1,21
3	40,16	2,22

2.5. Hasil uji daya serap hidrogel

Berdasarkan Tabel 3 di bawah dapat diketahui bahwa penambahan berat hidrogel setelah direndam pada larutan pupuk selama 1 jam mengalami penambahan yang cukup signifikan pada perlakuan pupuk NPK terenapsulasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa

pupuk NPK terenkapsulasi lebih efektif dan efisien dalam melepaskan unsur hara yang berukuran nano dan mudah diserap dibandingkan dengan pupuk NPK yang tidak terenkapsulasi.

Tabel 3 Data hasil daya serap hidrogel terhadap larutan pupuk

Perlakuan/Ulangan	Enkapsulasi (E)		Tanpa Enkapsulasi (N)	
	W ₀ (g)	W _t (g)	W ₀ (g)	W _t (g)
1	0,02 g	0,32	0,01	0,24
2	0,019 g	0,33	0,01	0,22
3	0,0188 g	0,34	0,01	0,22
Rataan	0,019533 g	0,33	0,01	0,23

Keterangan: W₀ = massa hidrogel sebelum perendaman, W_t = massa hidrogel setelah perendaman

2.6. Hasil analisis sidik ragam

Pada penelitian ini menggunakan 6 variabel, variable tersebut berupa jumlah daun per tanaman, tinggi tanaman, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, kandungan klorofil, luas daun. Hasil nilai tiap variabel disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

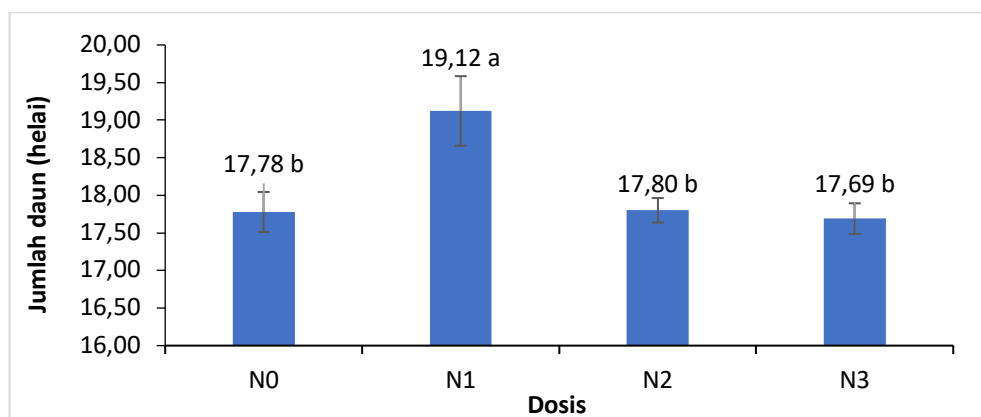
Tabel 4. Hasil Analisis Ragam (F-Hitung)

No	Variabel Pengamatan	Dosis Enkapsulasi (N)	Frekuensi Pemupukan (P)	Interaksi (NXP)
1	Jumlah Daun	4.93**	0.62 ns	2.40 ns
2	Tinggi Tanaman	5.76**	5.42*	4.51**
3	Berat Basah	2.08 ns	3.58*	5.07**
4	Berat Kering	0.14 ns	9.69 **	1.22 ns
5	Kandungan Klorofil	0.43 ns	0.72 ns	2.19 ns
6	Luas Daun	5.76 **	2.60 ns	2.51 ns

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan dosis berpengaruh sangat nyata terhadap variabel tinggi tanaman dan berat basah tanaman, serta berpengaruh nyata pada variable luas daun, jumlah daun, berat kering, serta berpengaruh tidak nyata pada kandungan klorofil tanaman. Sementara itu, kombinasi perlakuan dosis pupuk dan frekuensi pemupukan menunjukkan adanya interaksi pada tinggi tanaman serta berat basah tanaman.

2.7. Jumlah daun

Data variabel pengamatan jumlah daun yang ditunjukkan Gambar 1 memperlihatkan faktor perlakuan dosis berpengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kale.

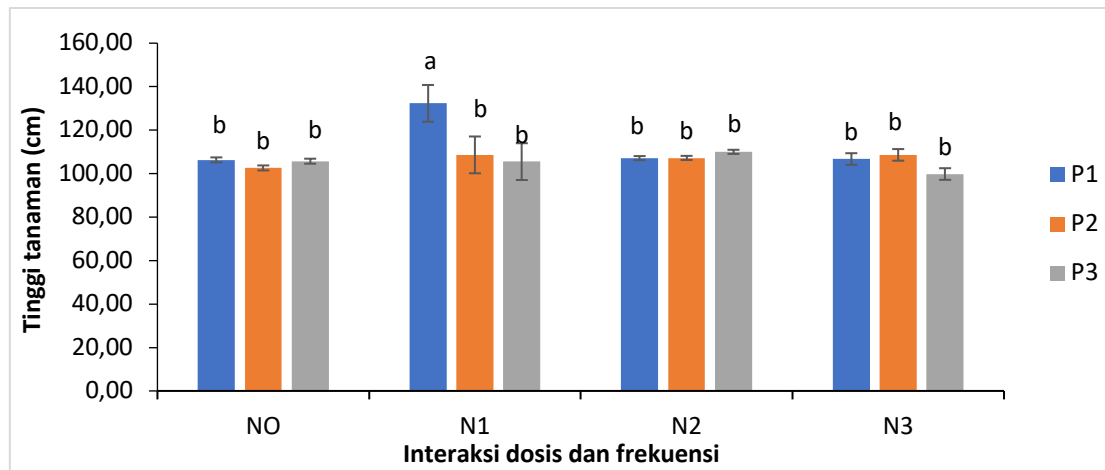


Gambar 1 Grafik jumlah daun

Pemberian dosis pupuk enkapsulasi sebesar 10 gram merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan jumlah daun tanaman kale. Meningkatnya jumlah daun disebabkan oleh nitrogen yang merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan sebagai bahan dasar utama membangun protein untuk pertumbuhan (Arief dan Nursangadji 2022). Berdasarkan data BPS (2018), apabila unsur hara yang diberikan melebihi jumlah yang seharusnya dibutuhkan oleh tanaman, menyebabkan pertambahan jumlah daun tanaman tidak dapat berlangsung secara optimal.

2.8. Tinggi tanaman

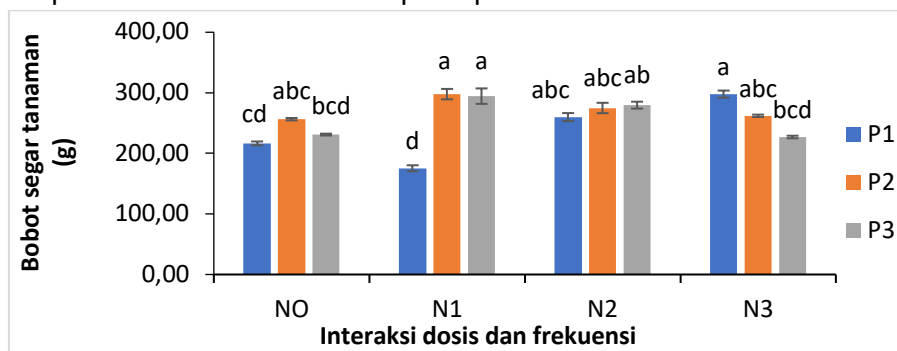
Data variabel pengamatan jumlah daun menunjukkan faktor perlakuan interaksi berpengaruh nyata pada tinggi tanaman tanaman kale. Pemberian dosis pupuk 10 gram dan pengaplikasian frekuensi pemupukan 1 kali mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kale. Unsur hara nitogen menjadi salah satu unsur hara yang merangsang pembentukan hijau daun yang sangat penting untuk proses fotosintesis, pembelahan dan pemanjangan sel yang berpengaruh pada tinggi tanaman (Arifin dan Suryani 2022).



Gambar 2 Interaksi tinggi tanaman

2.9. Bobot segar tanaman

Data variabel pengamatan jumlah daun menunjukkan faktor perlakuan interaksi berpengaruh nyata pada bobot segar tanaman kale. Interaksi perlakuan frekuensi pemupukan dan perlakuan dosis pupuk enkapsulasi NPK berpengaruh nyata pada variabel bobot segar tanaman pada sampel tanaman N1P2 dan N3P1. Sampel N1P2 terdiri atas dosis pupuk enkapsulasi NPK 10 gram pertanaman dan frekuensi pemupukan 2 kali menghasilkan bobot sebesar 297,80 gram, sementara itu hasil yang sama juga diperoleh sampel N3P1 terdiri atas dosis 20 gram pertanaman dan frekuensi pemupukan 1 kali.

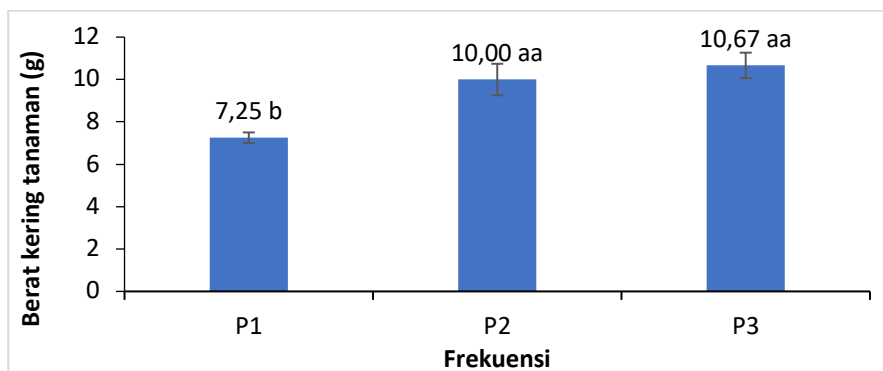


Gambar 3 Bobot segar tanaman

Bobot segar tanaman atau biomasa basah termasuk indikator penting dalam pertumbuhan tanaman. Perlakuan kombinasi dosis pupuk enkapsulasi NPK pada variabel pengamatan bobot segar tanaman menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata. Pupuk urea merupakan salah satu pupuk nitrogen dengan penggunaan cukup besar karena memiliki kandungan nitrogen yang tinggi (45%) dan diperlukan untuk pertumbuhan tanaman pertanian (Behin 2016). Berat basah pada tanaman berhubungan dengan banyaknya air yang diserap dan setiap organ tanaman membutuhkan senyawa dalam jumlah besar. Akan tetapi, kandungan air dari suatu jaringan tanaman dapat berubah atau tidak stabil sesuai umur dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Dahlianah dan Novianti 2020). Pramushinta dan Yulian (2020) menyatakan bahwa terdapat kandungan unsur hara nitrogen pada pupuk organik cair dimana nitrogen dapat meningkatkan perbandingan protoplasma terhadap dinding sel dan dapat mengakibatkan bertambah besar ukuran sel dengan dinding sel yang tipis, keadaan ini mengakibatkan daun banyak mengandung air.

30. Berat kering tanaman

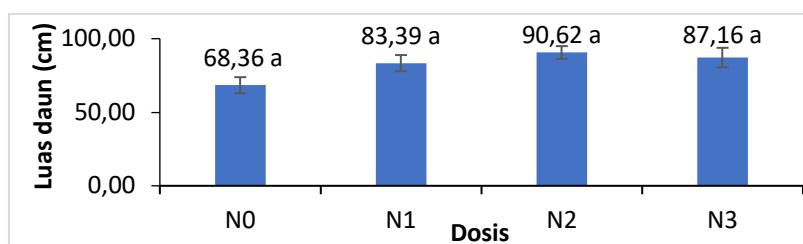
Data variabel pengamatan jumlah daun menunjukkan faktor perlakuan frekuensi berpengaruh nyata pada bobot kering tanaman kale (Gambar 4). Pemberian frekuensi tiga kali pemupukan memberikan rata-rata berat kering tanaman tertinggi. Hal ini diduga karena keberadaan unsur nitrogen (N) yang melimpah sehingga merangsang pembentukan daun, luas daun, bobot segar maupun bobot kering (Yoedhistira dan Darmawan 2022). Unsur nitrogen (N) yang melimpah sehingga merangsang pembentukan daun, luas daun, bobot segar maupun bobot kering (Fauzi *et al.* 2022).



Gambar 4 Frekuensi pemupukan berat kering tanaman

31. Luas daun

Data variabel pengamatan jumlah daun menunjukkan faktor perlakuan dosis berpengaruh nyata pada luas daun tanaman kale. Perlakuan dosis 15 gram meningkatkan luas daun tanaman kale secara optimal sehingga berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kale. Perlakuan dosis 15 gram merupakan perlakuan terbaik untuk meningkatkan luas daun tanaman tertinggi dibanding perlakuan dosis 10, 15, dan 20 gram tanpa enkapsulasi.



Gambar 5 Dosis luas daun

3. Simpulan dan Saran

Perlakuan interaksi antara frekuensi pemupukan dengan dosis enkapsulasi NPK tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter, kecuali pada parameter tinggi tanaman dan bobot segar tanaman. Sehingga dapat disimpulkan perlakuan terbaik berada pada N1P1 untuk tinggi tanaman dan N1P2 serta N3P1 untuk bobot segar tanaman. Saran dari penelitian ini pemberian dosis enkapsulasi NPK 10 gram terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman kale sehingga dapat direkomendasikan sebagai alternative budidaya tanaman kale dalam polybag, serta penulis menyarankan untuk melakukan percobaan lebih lanjut terkait enkapsulasi NPK, perbandingan enkapsulasi lainnya supaya memperoleh hasil yang optimal guna mendukung peningkatan pertumbuhan dan hasil yang optimal guna mendukung peningkatan pertumbuhan dan hasil pada tanaman budidaya.

Daftar Pustaka

- Agustin DA, Wibowo AA. 2021. Teknologi enkapsulasi: teknik dan aplikasinya. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. 7(2): 202–209.
- Akhiriana E, Dewi M, Akhmadi FS, Sholihah SM. 2023. Respon Pertumbuhan Beberapa Jenis Kale pada Budidaya Hidroponik Menggunakan Penambahan Nutrisi Kombinasi AB Mix dan Pupuk Organik Cair (POC). *In Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*. 7(1): 117-123.
- Arief M, Nursangadji. 2022. Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada berbagai dosis pupuk NPK. *Jurnal Agrotekbis*. 10 (5):727–733.
- Arifin Z, Suryani IS. 2022. Penggunaan biochar anorganik nitrogen dalam menghasilkan perkembangan dan produksi tanaman sawi pakcoi pada tanah lapisan bawah (*sub soil*). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 15(1): 54–62.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2018. *Statistik Tanaman Sayur dan Buah Semusim Indonesia 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Behin J, Nader S. 2016. *Utilization of waste lignin to prepare controlled-slow-release urea. International Journal Recycle Organic Waste Agriculture*. DOI 10.1007/s40093-016-0139-1:1-11.
- Dahlianah I, Novianti D. 2020. Respons pertumbuhan tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) terhadap pupuk organik cair buah pepaya (*Carica papaya* L.). *Indobiosains*. 64–71.
- Dewanti S K, Fuskhah E, Sutarno. 2019. Pertumbuhan dan produksi Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) pada dosis pupuk Kascing dan jarak tanam yang berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 393–402.
- Fajri LN, Roedy D. 2018. Pengaruh kerapatan tanaman dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea* var *acephala*). *PLANTROPICA Journal of Agricultural Science*. 3(2): 133–140.
- Fauzi I, Sulistyawati S, Purnamasari RT. 2022. Pengaruh dosis pupuk nitrogen pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) varietas Samhong King. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 5(2): 37-43.
- Hanum NN, Jazilah S. 2021. Pengaruh konsentrasi dan interval pemberian POC Morinsa terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kale (*Brassica Oleracea* Var. *Acephala*). *BIOFARM: Jurnal Ilmiah Pertanian*. 17(1): 14–22.
- Himmah NIF, Djajakirana G, Darmawan D. 2018. Nutrient release performance of starch

- coated npk fertilizers and their effects on corn growth. *SAINS TANAH-Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 15(2): 104–114. doi: 10.15608/stjssa.v15i2.19694.
- Lu J, Cheng M, Zhao C, Li B, Peng H, Zhang Y, Hassan M. 2022. Application of lignin in preparation of slow-release fertilizer: Current status and future perspectives. *Industrial Crops and Products*. 176: 114267.
- Praciska IO, Zainudin A, Septia ED. 2021. Application of dosage and interval of fertilizer on kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). *Journal of Tropical Crop Science and Technology*. 3(1): 61–73.
- Pramushinta IAK, R Yulian. 2020. Pemberian POC (pupuk organik cair) air limbah tempe dan limbah buah pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoi (*Brassica Rapa* L.). *Journal of Pharmacy and Science*: 5(1).
- Sempeho SI, Kim HT, Mubofu E, Hilonga A. 2014. Meticulous overview on the controlled release fertilizers. *Advances in Chemistry*. 2014: 1–16. doi: 10.1155/2014/363071.
- Setiawan AA. 2021. *Pengaruh pola panen terhadap produktivitas tanaman kale curly (Brassica oleracea var. Acephala)* [skripsi]. Makassar: Universitas Bosowa.
- Siga LA, Maria AW, Reni N. 2021. Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea acephala*) sistem vertikultur. *Jurnal Ilmiah Respati*. 12(2):133–146.
- Singh M, Goswami SP, Sachan P, Sahu DK, Beese S, Pandey SK. 2024. Nanotech for fertilizers and nutrients-improving nutrient use efficiency with nano-enabled fertilizers. *Journal of Experimental Agriculture International*. 46(5): 220–247.
- Yoedhistira AR, Darmawan AA. 2022. Pengaruh pemberian arang sekam dan pupuk kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Savana Cendana*. 7(1): 16–20.
- Zulvanissa A. 2023. Respons pertumbuhan dan hasil tanaman Kale Curly (*Brassica Oleracea* var. *Acephala*) terhadap penggunaan jarak tanam dan dosis pupuk Kascing [disertasi]. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati.