



**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI  
BIOFERTILIZER TERHADAP PERTUMBUHAN KACANG TANAH (*Arachis  
hypogaea* L.)**

<sup>1</sup>Febi Permata Jingga, <sup>2</sup>Azwir Anhar

<sup>1,2</sup>Universitas Negeri Padang, Indonesia

\*Corresponding author E-mail: [febiputrijingga@gmail.com](mailto:febiputrijingga@gmail.com)

---

DOI : <https://doi.org/10.30605/gpmp8k78>

Accepted : 1 April 2026    Approved : 13 April 2026    Published : 14 April 2026

**Abstract**

This research explores the potential of chicken eggshell waste as an alternative biofertilizer to reduce dependence on synthetic chemical fertilizers, which often trigger land degradation. The main focus of this study was to analyze the extent to which eggshell powder application affects the vegetative phase of peanut (*Arachis hypogaea* L.) plants, while also determining the most responsive application dose. The experiment was conducted with a four-stage treatment design: P0 (control), P1 (133.3 g/polybag), P2 (200 g/polybag), and P3 (266.6 g/polybag). Parameters observed included plant height dynamics and leaf productivity. The results showed that the integration of eggshell biofertilizer significantly stimulated plant growth compared to the control. The P3 dose (266.6 g/polybag) was identified as the most effective treatment, with an average plant height of 26 cm and 32 leaves at the end of the observation period. Interestingly, at the intermediate dose (P2), there was evidence of inhibition of stem elongation despite the high leaf count. This phenomenon is thought to be related to nutritional imbalances caused by excess calcium (Ca), which inhibits the absorption of other essential micronutrients. Overall, this study confirms that the use of eggshell waste not only serves as a natural source of calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) for soil pH stabilization but is also effective in sustainably improving the agronomic performance of peanuts.

**Keywords :** Biofertilizer, Eggshells, *Arachis hypogaea* L., Vegetative Growth, Plant Nutrition

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian. Letak geografis di kawasan tropis dengan tanah yang subur menjadikan Indonesia sangat cocok untuk kegiatan pertanian. Sektor pertanian tidak hanya berperan dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional, tetapi juga menjadi penyumbang utama dalam perekonomian dan penyerapan tenaga kerja. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada triwulan I tahun 2024, sektor pertanian menyerap tenaga kerja sebesar 28,64% dari total 142,18 juta penduduk yang bekerja, menjadikannya sektor dengan penyerapan tenaga kerja tertinggi dibandingkan sektor lainnya seperti perdagangan dan industri pengolahan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia masih bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama. Dengan demikian, pertanian tetap menjadi tulang punggung perekonomian nasional dan identitas agraris Indonesia (Geraldo *et al.*, 2023).

Pertanian modern di Indonesia masih menghadapi tantangan dalam menjaga kesuburan tanah secara berkelanjutan. Ketergantungan yang tinggi pada pupuk kimia sintesis telah menyebabkan degradasi kualitas tanah dan pencemaran lingkungan. Kurangnya pemanfaatan biofertilizer atau pupuk hayati menjadi salah satu faktor yang memperparah kondisi ini, karena biofertilizer berperan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah secara alami dan berkelanjutan. Menurut Rofi'ah *et al.* (2021), penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan dengan membantu ketersediaan unsur hara tanah.

Biofertilizer adalah bahan yang mengandung mikroorganisme hidup yang, ketika diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman melalui proses alami seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan sintesis zat perangsang pertumbuhan tanaman. Penggunaan biofertilizer tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman tetapi juga membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah. Penelitian oleh Rofi'ah *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pupuk hayati berbasis cangkang telur mampu meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman terong secara

signifikan.3. Pentingnya Biofertilizer dalam Pertanian Ramah Lingkungan

Dalam upaya menuju pertanian yang ramah lingkungan, biofertilizer memainkan peran krusial. Penggunaan biofertilizer dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang seringkali menyebabkan pencemaran lingkungan dan degradasi tanah. Selain itu, biofertilizer membantu dalam meningkatkan kesuburan tanah secara alami, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kapasitas retensi air, yang semuanya berkontribusi pada pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian oleh Umadji *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan cangkang telur dalam pupuk organik cair dapat meningkatkan kandungan C-organik dan kalium, yang berkontribusi dalam upaya pengurangan sampah limbah organik.

Limbah cangkang telur, yang seringkali dianggap sebagai sampah rumah tangga, memiliki potensi besar sebagai bahan baku biofertilizer. Cangkang telur mengandung sekitar 95% kalsium karbonat, yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, cangkang telur juga mengandung magnesium, fosfor, dan protein dalam jumlah kecil, yang semuanya bermanfaat bagi tanaman. Penelitian oleh Yahya *et al.* (2024) menunjukkan bahwa variasi ukuran cangkang telur dan konsentrasi EM4 mempengaruhi kualitas pupuk cair organik yang dihasilkan, dengan kandungan fosfor dan kalium yang sesuai dengan standar SNI.

Mengembangkan biofertilizer dari limbah rumah tangga seperti cangkang telur tidak hanya membantu dalam pengelolaan limbah tetapi juga menyediakan alternatif pupuk yang ramah lingkungan dan ekonomis. Pendekatan ini mendukung prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah diubah menjadi sumber daya yang berguna. Penelitian oleh Lestari dan Saputra (2021) menunjukkan bahwa pengolahan limbah cangkang telur menjadi pupuk organik dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia dan memberikan inovasi baru yang bisa dijadikan ide bisnis dari limbah cangkang telur.

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah tanaman leguminosa yang memiliki kemampuan untuk berasosiasi dengan bakteri penambat nitrogen, sehingga sangat cocok untuk dikombinasikan dengan biofertilizer.

Penggunaan biofertilizer dari cangkang telur dapat menyediakan kalsium dan nutrisi lainnya yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan kacang tanah. Selain itu, peningkatan pH tanah akibat aplikasi cangkang telur dapat menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk aktivitas mikroba penambat nitrogen, yang pada gilirannya meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Penelitian oleh Rahmayanti (2020) menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai pupuk makro (Ca) pada tanaman bawang merah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan.

#### **METODE**

Lokasi eksperimen Rumah Kawat, Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Waktu pelaksanaan : Mei - Juni 2024, Alat yang digunakan polybag, alat ukur, timbangan, penggaris, tali. Bahan yang digunakan benih kacang tanah, limbah cangkang telur, air, tanah, dan label

Proses pembuatan biofertilizer berbasis cangkang telur diawali dengan pengumpulan limbah cangkang telur yang berasal dari rumah tangga atau sisa dapur. Limbah ini dipilih karena ketersediaannya yang melimpah, murah, serta kandungan nutrisinya yang tinggi, terutama kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang berperan penting dalam perbaikan kualitas tanah. Langkah awal adalah mengumpulkan cangkang telur bekas konsumsi dari rumah tangga atau tempat pengolahan makanan seperti kantin di sekitar Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Cangkang yang digunakan harus bebas dari kotoran berlebihan seperti sisa putih atau kuning telur agar tidak menimbulkan bau busuk saat disimpan. Proses ini juga mendukung pengurangan limbah organik rumah tangga, sejalan dengan prinsip pengelolaan sampah berkelanjutan. Setelah dikumpulkan, cangkang telur dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa protein yang menempel dan menghindari pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Cangkang yang bersih kemudian dijemur di bawah sinar matahari langsung selama 1–2 hari hingga benar-benar kering. Proses pengeringan ini penting untuk mencegah pembusukan saat penyimpanan dan untuk mempermudah proses penumbukan selanjutnya. Cangkang telur yang telah kering kemudian dihancurkan secara manual

menggunakan alat tumbuk dengan palu hingga menjadi ukuran kecil. Setelah itu, cangkang yang telah dihancurkan dilanjutkan dengan proses penumbukan halus menggunakan blender kering agar diperoleh tepung cangkang telur dengan ukuran partikel yang lebih kecil dan homogen. Semakin halus partikel cangkang telur, maka semakin luas permukaannya, sehingga memudahkan proses dekomposisi dan pelepasan ion kalsium ke dalam tanah. Hal ini akan mempercepat reaksi peningkatan pH tanah dan ketersediaan nutrisi untuk tanaman. Tepung cangkang telur yang telah dihasilkan disimpan dalam wadah kedap udara, kering, dan bersih untuk mencegah penyerapan kelembaban dari udara. Penyimpanan yang baik ini akan menjaga kualitas nutrisi cangkang dan viabilitas mikroorganisme jika nantinya akan dikombinasikan dengan agen hayati seperti EM4 atau media tanam kompos.

#### **Rancangan Percobaan**

Metode eksperimen

Perlakuan:

P0 = kontrol (tanpa pupuk)

P1 = Biofertilizer cangkang telur 400 gram dibagi tiap pengulangan menjadi 133,3 gram per polybag

P2 = Biofertilizer cangkang telur 600 gram dibagi tiap pengulangan menjadi 200 gram per polybag

P3 = Biofertilizer cangkang telur 800 gram dibagi tiap pengulangan menjadi 266,6 gram per polybag

Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun. Prosedur penelitian dimulai dari membuat pupuk biofertilizer (limbah cangkang telur). Merendam benih kacang tanah kurang lebih 24 jam. Mencampurkan tanah dengan biofertilizer cangkang telur ke dalam polybag sesuai dengan perlakuan yang akan dibuat. Memasukkan atau menanam benih kacang tanah yang sudah direndam kedalam polybag. Melakukan perawatan dengan menyiram tanaman dengan air dan membersihkan dari gulma. Melakukan pengamatan dengan mengukur tinggi tanaman dan menghitung jumlah daun.

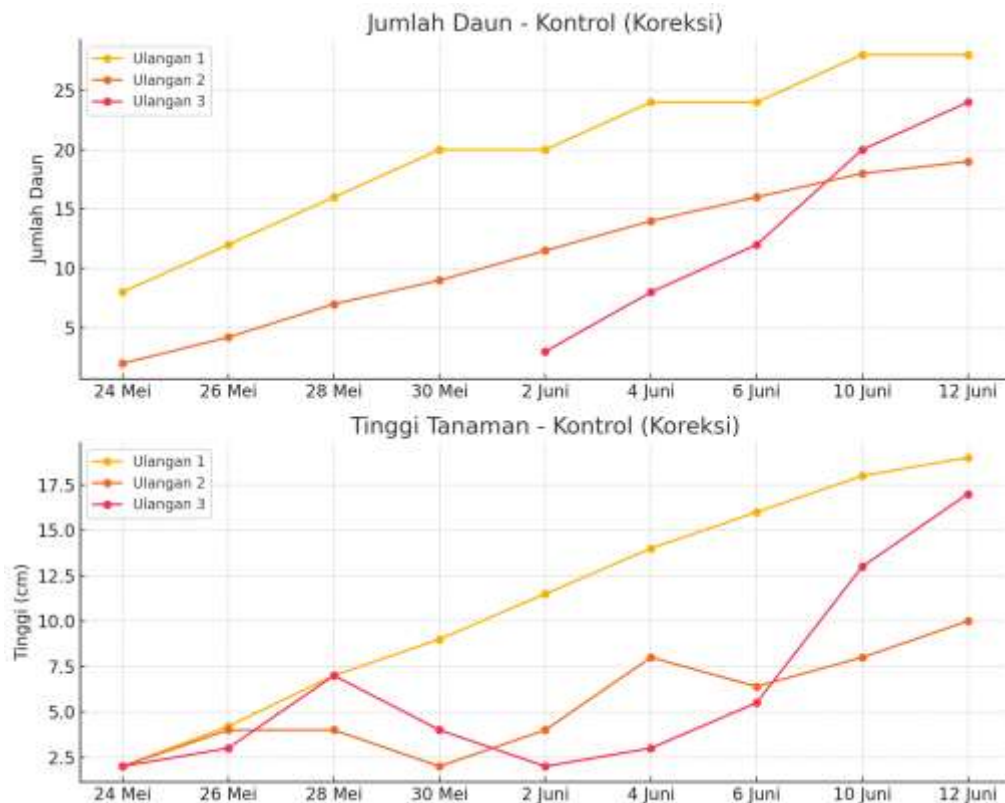
#### **HASIL PENELITIAN**

Pengamatan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian biofertilizer berbasis dasar limbah cangkang telur ayam dalam berbagai dosis. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun dan tinggi tanaman sebagai indikator utama pertumbuhan awal tanaman. Data hasil pengamatan disusun

secara runtut berdasarkan tanggal pengukuran untuk setiap perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) guna memperoleh gambaran yang utuh mengenai dinamika pertumbuhan tanaman dari waktu ke waktu. Berikut merupakan hasil pengamatan setelah dilakukan penanaman tanggal 16 Mei sampai terakhir pengamatan pada tanggal 12 Juni

Tabel 1: Data Pertumbuhan Vegetatif Kacang Kontrol

Tanggal	Kontrol					
	1		2		3	
	Jumlah daun	Tinggi Tanaman (Cm)	Jumlah daun	Tinggi Tanaman	Jumlah daun	Tinggi Tanaman
24 Mei	8	2	0	0	0	0
26 Mei	12	4,2	0	0	0	0
28 Mei	16	7	0	0	0	0
30 Mei	20	9	4	2	0	0
2 Juni	20	11,5	8	3	4	2
4 Juni	24	14	12	4	8	3
6 Juni	24	16	16	6,4	12	5,5
10 Juni	28	18	20	8	20	13
12 Juni	28	19	20	10	24	17



Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa tanaman kontrol 1 (K1) menunjukkan pertumbuhan yang paling awal dan konsisten, dimulai sejak pengamatan tanggal 24 Mei dengan 8 helai daun dan tinggi tanaman 2 cm. Sebaliknya, pada tanggal yang sama, kontrol 2 (K2) dan kontrol 3 (K3) belum menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan vegetatif yang tercatat, yang mengindikasikan bahwa kedua tanaman tersebut belum berkecambah secara optimal atau belum menunjukkan perkembangan yang signifikan.

Tabel 2: Data Pertumbuhan Vegetatif Kacang P1

Tanggal	P1					
	1		2		3	
	Jumlah daun	Tinggi Tanaman (Cm)	Jumlah daun	Tinggi Tanaman	Jumlah daun	Tinggi Tanaman
24 Mei	0	0	0	0	8	0,7
26 Mei	4	1	0	0	12	1,2
28 Mei	8	4	0	0	12	3
30 Mei	8	5	0	0	16	8
2 Juni	12	6	4	2	20	14
4 Juni	16	8	8	3	24	14,5
6 Juni	16	10	12	5,5	24	15
10 Juni	20	12	20	13	24	17
12 Juni	20	13	24	17	24	17



Pada perlakuan P1, masing-masing ulangan diberi sekitar 133,3 gram cangkang telur, yang diperkirakan berkontribusi sebagai sumber kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Kalsium memiliki peran penting dalam

memperkuat dinding sel, menstabilkan membran, serta mengatur pembelahan dan pembesaran sel, yang semuanya sangat penting dalam tahap pertumbuhan awal tanaman.

*Perkembangan Tinggi Tanaman pada P1:*

P1-1 mengalami pertumbuhan vegetatif paling lambat di awal, baru menunjukkan tinggi 1 cm pada 26 Mei, kemudian terus meningkat hingga mencapai 13 cm pada 12 Juni.

P1-2 tertunda hingga 2 Juni (tinggi 2 cm), namun menunjukkan pertumbuhan cepat dan mengejar hingga 17 cm pada 12 Juni.

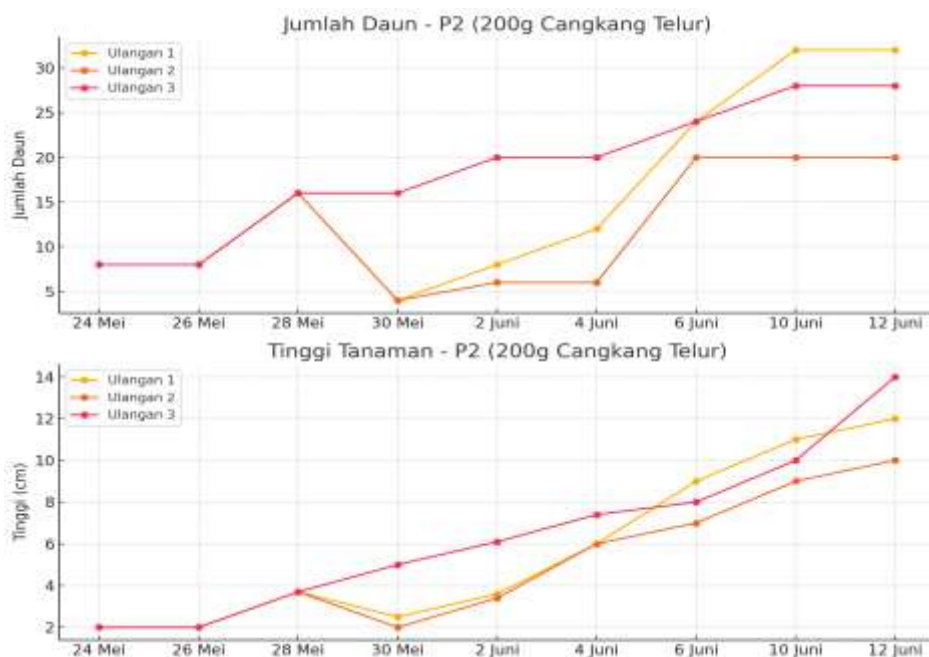
P1-3 tumbuh paling awal (0,7 cm pada 24 Mei) dan paling stabil, mencapai 17 cm pada 6 Juni dan stabil hingga akhir pengamatan.

*Perkembangan Jumlah Daun pada P1:*

Grafik pertama menampilkan jumlah daun pada masing-masing tanaman P1-1, P1-2, dan P1-3 dari tanggal 24 Mei hingga 12 Juni. Terlihat bahwa seluruh tanaman mengalami peningkatan jumlah daun secara progresif, dengan P1-3 cenderung memiliki jumlah daun lebih banyak sejak awal pengamatan.

Tabel 3: Data Pertumbuhan Vegetatif Kacang P2

Tanggal	P2					
	1		2		3	
	Jumlah daun	Tinggi Tanaman (Cm)	Jumlah daun	Tinggi Tanaman	Jumlah daun	Tinggi Tanaman
24 Mei	0	0	0	0	8	2
26 Mei	0	0	0	0	8	2
28 Mei	0	0	0	0	16	3,7
30 Mei	4	2,5	4	2	16	5
2 Juni	8	3,6	8	3,4	20	6,1
4 Juni	12	6	16	6	20	7,4
6 Juni	24	9	20	7	24	8
10 Juni	28	11	20	9	28	10
12 Juni	32	12	20	10	28	14



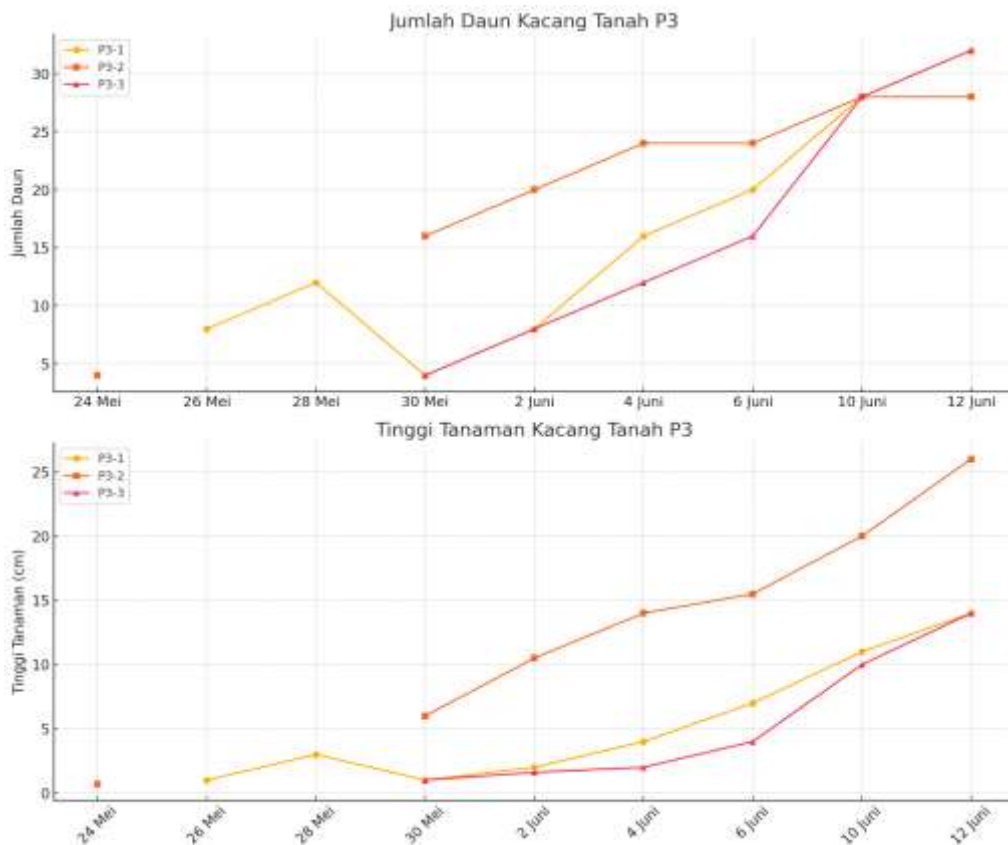
Pemberian cangkang telur dalam jumlah 200 gram pada P2 memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan kacang secara vegetatif. Pertumbuhan paling optimal dicapai oleh P2-1 dan P2-3, dengan variasi antar individu kemungkinan disebabkan oleh faktor seperti kualitas benih, distribusi nutrisi dalam media tanam, atau kelembaban.

Perkembangan Jumlah Daun pada P2:

Terlihat bahwa semua ulangan (P2-1, P2-2, dan P2-3) mengalami peningkatan jumlah daun secara bertahap. P2-1 menunjukkan peningkatan paling pesat, dari 4 daun (30 Mei) hingga mencapai 32 daun (12 Juni). P2-3, yang awalnya sudah memiliki daun lebih banyak sejak awal pengamatan (8 daun pada 24 Mei), stabil di angka 28 daun pada akhir pengamatan.

Tabel 4: Data Pertumbuhan Vegetatif Kacang P3

Tanggal	P3					
	1		2		3	
	Jumlah daun	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah daun	Tinggi Tanaman	Jumlah daun	Tinggi Tanaman
24 Mei	0	0	4	0,7	0	0
26 Mei	0	0	8	1	0	0
28 Mei	0	0	12	3	0	0
30 Mei	4	1	16	6	4	1
2 Juni	8	2	20	10,5	8	1,6
4 Juni	16	4	24	14	12	2
6 Juni	20	7	24	15,5	16	4
10 Juni	28	11	28	20	28	10
12 Juni	32	14	28	26	32	14



Pada perlakuan P3, masing-masing ulangan diberi sekitar 266,6 gram cangkang telur, yang diperkirakan berkontribusi sebagai sumber kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Pemberian cangkang telur sebanyak 266,6 gram per polybag (P3) lebih efektif dibandingkan 200 gram (P2), baik dalam menambah jumlah daun maupun meningkatkan tinggi tanaman..

Perkembangan Jumlah Daun pada P3:

**P3-2** memiliki perkembangan jumlah daun yang konsisten dan stabil dari awal (4 daun) hingga akhir (28 daun).

Perkembangan Tinggi Tanaman pada P2: Pertumbuhan tinggi yang signifikan pada P3-3 mengindikasikan bahwa meskipun jumlah daunnya tidak meningkat tajam di akhir, tingkat elongasi batangnya tinggi.

**P3-1** dan **P3-3** menunjukkan pertumbuhan yang **lambat di awal**, tapi meningkat tajam setelah tanggal 2 Juni, hingga mencapai **32 daun** pada 12 Juni.

Ini menunjukkan bahwa meskipun ada perbedaan kecepatan awal, semua ulangan mampu mencapai jumlah daun yang tinggi pada akhir pengamatan.

*Perkembangan Tinggi Tanaman pada P3:*

**P3-2** mengalami pertumbuhan tinggi paling cepat dan stabil, dari 0,7 cm (24 Mei) menjadi **26 cm** pada 12 Juni.

**P3-1** dan **P3-3** tumbuh lebih lambat, namun tetap mengalami peningkatan hingga mencapai **14 cm** pada akhir pengamatan.

Hal ini menunjukkan bahwa **P3-2 memiliki performa paling optimal** dalam hal penambahan tinggi

## PEMBAHASAN

Pemanfaatan limbah organik sebagai pupuk hayati (biofertilizer) menjadi salah satu alternatif dalam mewujudkan pertanian yang ramah lingkungan. Salah satu limbah organik yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan adalah cangkang telur ayam. Limbah ini umumnya berasal dari rumah tangga maupun industri makanan, dan sering dibuang begitu saja tanpa diolah sehingga menjadi

limbah yang akan mencemarkan lingkungan. Padahal, cangkang telur memiliki kandungan unsur hara penting yang bermanfaat bagi tanaman.

Cangkang telur terdiri atas kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sebagai komponen utama, yang mencapai lebih dari 90%. Selain itu, cangkang telur juga mengandung magnesium, fosfor, kalium, dan sedikit protein. Unsur-unsur ini sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam proses metabolisme, pembentukan jaringan, serta penyerapan nutrisi oleh akar.

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) merupakan tanaman leguminosa yang mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* untuk mengikat nitrogen dari udara. Untuk mendapatkan pertumbuhan dan produktivitas yang optimal, diperlukan kondisi tanah yang baik, termasuk keseimbangan pH dan ketersediaan unsur hara.

Penambahan biofertilizer dari cangkang telur ke dalam tanah dapat memberikan beberapa manfaat yaitu Kalsium karbonat dalam cangkang telur berfungsi sebagai agen penetral yang dapat mengurangi keasaman tanah sehingga menjadikannya lebih sesuai untuk pertumbuhan kacang tanah. Menambah unsur kalsium dalam pembentukan dinding sel dan merangsang perkembangan akar tanaman. Lingkungan tanah yang lebih netral dan kaya mineral akan mendukung populasi mikroorganisme tanah termasuk bakteri pengikat nitrogen, dan biofertilizer dari limbah organik akan mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan produksi buah.

Efektivitas pemanfaatan cangkang telur sebagai biofertilizer tergantung dari metode pengolahan dan dosis yang digunakan. Jika tidak diolah dengan baik, kandungan kalsium yang tinggi akan dapat menyebabkan peningkatan pH tanah secara berlebihan, yang berisiko menurunkan ketersediaan unsur mikro tertentu seperti besi dan mangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu seperti pengeringan dan penghalusan menjadi bubuk sebelum dicampurkan ke dalam media tanam.

Tanaman kacang tanah pada perlakuan kontrol menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang relatif stabil namun tidak maksimal dibanding perlakuan lainnya. Jumlah daun meningkat dari 8 helai pada 24 Mei menjadi 28 helai pada 12 Juni pada semua ulangan. Tinggi tanaman pun menunjukkan kenaikan, namun

terbatas, dengan nilai maksimum mencapai 20 cm. Pertumbuhan ini mencerminkan potensi alami tanaman tanpa dukungan tambahan nutrisi dari luar. Hal ini selaras dengan teori dasar bahwa tanaman tetap mampu tumbuh secara vegetatif selama tersedia unsur hara minimum dalam tanah, meskipun pertumbuhan tersebut tidak optimal (Salisbury & Ross, 2010).

Ketidaksinkronan dalam fase perkecambahan dapat mengganggu interpretasi pertumbuhan vegetatif jika tidak dikontrol sejak awal. Secara fisiologis, faktor genetik sangat mempengaruhi kecepatan aktivasi enzim-enzim yang diperlukan dalam proses imbibisi air, pemecahan cadangan makanan, dan elongasi embrio. Genotipe kacang tanah yang berbeda dapat menunjukkan perbedaan dalam toleransi stres lingkungan atau viabilitas benih, sehingga tanaman dalam perlakuan kontrol memperlihatkan respon yang tidak seragam meski berada dalam kondisi media yang seragam.

Dengan tidak adanya input tambahan seperti cangkang telur, kontrol menjadi rentan terhadap efek negatif dari variabilitas genetik dan kondisi media tanam. Hal ini menjadikan kontrol sebagai titik pembandingan yang jelas terhadap perlakuan P1 dan P2, yang tidak hanya mendapatkan tambahan nutrisi tetapi juga memperlihatkan potensi mengkompensasi efek awal dari ketidaksinkronan perkecambahan melalui pertumbuhan vegetatif lanjutan.

Perlakuan P1 menunjukkan peningkatan signifikan dalam jumlah daun dan tinggi tanaman dibanding kontrol. Pada 12 Juni, jumlah daun mencapai 20–26 helai dan tinggi tanaman meningkat hingga 24 cm. Pertumbuhan ini menandakan bahwa dosis 133,3 gram cangkang telur memberikan suplai nutrisi tambahan yang cukup untuk mempercepat proses vegetatif. Cangkang telur mengandung sekitar 34–38% kalsium karbonat yang esensial untuk memperkuat dinding sel dan mengoptimalkan pembelahan sel tanaman (Zhao et al., 2019). Peningkatan ini juga konsisten dengan hasil penelitian Nwachukwu et al. (2021) yang menyatakan bahwa pupuk berbasis kalsium organik meningkatkan pertumbuhan daun dan batang pada tanaman legum.. Peningkatan asupan kalsium dan magnesium dari cangkang telur kemungkinan membantu mempercepat pembelahan dan perpanjangan sel setelah fase awal

pertumbuhan terlewati, sehingga disparitas antar individu tanaman berkurang dari waktu ke waktu.

Perkecambahan yang tidak serentak akibat variasi genetik masih terjadi pada beberapa ulangan, tetapi tidak terlalu mempengaruhi hasil akhir pertumbuhan vegetatif. Ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik seperti cangkang telur dapat berfungsi sebagai penyeimbang fisiologis yang mempercepat pemulihan tanaman dengan start lebih lambat. Penelitian oleh Ribeiro et al. (2020) menunjukkan bahwa amandemen organik berbasis kalsium dapat meningkatkan ekspresi gen-gen yang mengatur metabolisme awal pertumbuhan, termasuk enzim peroksidase dan katalase yang terlibat dalam stres awal pasca perkecambahan.

Perlakuan P1 terbukti efektif tidak hanya dalam mempercepat pertumbuhan vegetatif, tetapi juga dalam mereduksi efek variasi genetik yang muncul saat tahap perkecambahan. P1 menjadi alternatif perlakuan yang efisien dari segi biaya dan efektivitas biologis, memberikan kestabilan pertumbuhan vegetatif pasca fase embrionik tanaman.

Perlakuan P2 memberikan hasil pertumbuhan vegetatif yang paling tinggi dalam jumlah daun, dengan peningkatan signifikan sejak minggu kedua hingga akhir pengamatan. Pada 12 Juni, jumlah daun mencapai 28–32 helai, lebih tinggi dari perlakuan lain. Namun, peningkatan tinggi tanaman cenderung tidak sebanding, yakni antara 14–20 cm, sedikit di bawah perlakuan P1 pada beberapa ulangan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian 200 gram cangkang telur memberikan kelebihan kalsium dan nutrisi lainnya yang mungkin melebihi kapasitas serap tanaman dalam fase vegetatif awal. Fenomena ini konsisten dengan hasil studi Chen et al. (2020) yang melaporkan bahwa pemberian pupuk organik dalam dosis tinggi dapat menurunkan efisiensi penyerapan nitrogen dan menghambat elongasi batang.

Kecepatan peningkatan jumlah daun pada P2 menunjukkan bahwa cadangan kalsium dan unsur mikro lainnya dari cangkang telur langsung digunakan untuk mempercepat pembelahan jaringan fotosintetik. Namun, kelebihan kalsium dapat menyebabkan antagonisme terhadap unsur lain seperti magnesium dan kalium, yang penting untuk elongasi sel batang. Ini menjelaskan mengapa

tinggi tanaman tidak meningkat secara signifikan meskipun jumlah daun sangat tinggi. Penelitian oleh Han et al. (2021) menegaskan bahwa kelebihan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam medium dapat mengganggu keseimbangan nutrisi lain dan menghambat biosintesis hormon pertumbuhan seperti gibberellin.

Secara keseluruhan, meskipun variasi genetik menyebabkan ketidaksamaan waktu perkecambahan, dosis tinggi cangkang telur dalam perlakuan P2 mampu memacu pertumbuhan daun dengan sangat baik dan menjadi perlakuan paling kuat dari sisi biomassa vegetatif. Namun, optimalisasi dosis tetap diperlukan agar pertumbuhan tinggi tanaman tidak terhambat oleh ketidakseimbangan nutrisi akibat akumulasi unsur tertentu.

#### SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai biofertilizer berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). Perlakuan dengan biofertilizer cangkang telur terbukti mampu meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman secara signifikan dibandingkan kontrol (tanpa perlakuan). Perlakuan P3 (dosis 266,6 gram/polybag) menghasilkan performa terbaik dalam hal jumlah daun dan tinggi tanaman secara keseluruhan. P3-2 secara konsisten menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman paling cepat dan stabil, mencapai 26 cm pada akhir pengamatan. Perlakuan P2 (200 gram/polybag) menunjukkan jumlah daun paling tinggi, tetapi pertumbuhan tinggi tanaman tidak sebanding, mengindikasikan kemungkinan adanya kelebihan kalsium yang menghambat penyerapan nutrisi lain. Perlakuan P1 (133,3 gram/polybag) memberikan pertumbuhan yang cukup baik dan merata, serta dapat mengatasi variasi genetik antar tanaman, menjadikannya perlakuan yang efisien dari segi biaya dan biologis. Secara umum, pemberian biofertilizer dari limbah cangkang telur dapat meningkatkan ketersediaan kalsium dan membantu menyeimbangkan pH tanah, yang mendukung pertumbuhan vegetatif kacang tanah.

Pengolahan cangkang telur sebaiknya dilakukan dengan cara pengeringan dan penghalusan maksimal menjadi tepung untuk mempercepat dekomposisi dan pelepasan nutrisi. Hal ini juga akan membantu

meningkatkan efisiensi serapan oleh tanaman. Penelitian lanjutan disarankan dilakukan dalam skala lebih besar dan pada kondisi lapang (open field) untuk menguji konsistensi hasil dan efektivitas biofertilizer dalam berbagai kondisi lingkungan yang berbeda. Penggunaan limbah rumah tangga seperti cangkang telur memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk komersial biofertilizer yang ramah lingkungan dan ekonomis. Ini sekaligus mendukung prinsip pertanian berkelanjutan dan ekonomi sirkular.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Yahya, H., Putra, A. D., La Ifa, & Bakhri, S. (2024). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Pupuk Organik. *Journal of Materials Processing and Environment*, 2(2).  
<https://doi.org/10.33096/jmpe.v2i2.1032>
- Manaroinsong, G., Pangkey, M. S., & Mambo, R. (2023). Pemberdayaan masyarakat petani sayur di Desa Palelon Kecamatan Modoinding. *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*, 9(3), 223–235.
- Rofi'ah, V. H., Djuhari, D., & Arfarita, N. (2021). Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Dengan Persentase Limbah Cangkang Telur Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Terong. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2).  
<https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/5128>
- Rahmayanti, F. D. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Pupuk Makro (Ca) pada Tanaman Bawang Merah. *Agrisia: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 12(2).  
<https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/3/article/view/733>
- Andresta, L., & Momon, A. (2022). Pemanfaatan Pupuk Organik Dari Limbah Cangkang Telur Untuk Tanaman Pakcoy Dengan Menggunakan Sekam Bakar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(8), 270-274.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6626379>
- Juliana, Ester & Ana, Ayu & Alfikri, M Reza. (2023). RESPONS TIGA VARIETAS KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.) TERHADAP DOSIS PUPUK GUANO. *Journal of Scientech Research and Development*. 5. 1161-1170.

- 10.56670/jsrd.v5i2.304.  
<http://idm.or.id/JSCR>
- Suryani Sajar.2022.Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan Cangkang Telur Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*). *Agrium Jurnal Pertanian*. Vol 25. No(2).  
<https://doi.org/10.30596/agrium.v25i2.10526>
- Nisa, E. N., Novita, D., & Anjasmara, A. (2023). Pengaruh Kombinasi Ekoenzim dan Tepung Cangkang Telur terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 3(2), 1-8.  
<https://jim.unisma.ac.id/index.php/AGRN/article/view/25961/19665>
- Putri, R. E., Agustina, N., & Rosyada, R. (2020). Pemanfaatan Tepung Cangkang Telur untuk Meningkatkan Ketersediaan Ca dan Mg serta Hasil Jagung Manis di Tanah Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 1-7.  
<https://doi.org/10.26418/jspe.v9i3.41412>
- Umadji, N. I. R., Badu, R. R., & Rahman, A. (2023). Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Limbah Cangkang Telur Ayam Broiler. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 11(1).  
<https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/edubiosfer/article/view/22016>([ejurnal.ung.ac.id](https://ejurnal.ung.ac.id))
- Nwachukwu, I., Eze, S. C., & Ezeibekwe, I. O. (2021). Effect of organic calcium-based fertilizers on leaf and stem growth of legumes. *African Journal of Agricultural Research*, 17(5), 705–712.  
<https://academicjournals.org/journal/AJAR>
- Ribeiro, P. C., Silva, M. J., & Fernandes, J. M. (2020). Calcium-based organic amendments enhance gene expression of early growth metabolism, including peroxidase and catalase enzymes involved in early post-germination stress. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1234.  
<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science>
- Zhao, D., Li, Q., Wang, R., & Zhang, J. (2019). Composition and application of eggshell as a calcium source for plant nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(15), 4175–4182.  
<https://pubs.acs.org/journal/jafcau>
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2010). *Plant Physiology* (4th ed.). Wadsworth Publishing Company.
- Han, Q., Zhang, H., & Wu, Z. (2021). Calcium-induced nutrient imbalance inhibits gibberellin biosynthesis. <https://scholar.google.com>
- Chen, G., Wei, H., Chen, X., & Zhao, H. (2020). *Growth and nutrient uptake in Aralia elata seedlings exposed to exponential fertilization under different illumination spectra*.  
[https://www.researchgate.net/publication/337496028\\_Growth\\_and\\_Nutrient\\_Uptake\\_in\\_Aralia\\_elata\\_Miq\\_Seedlings\\_Exposed\\_to\\_Exponential\\_fertilization\\_under\\_Different\\_Illumination\\_Spectra](https://www.researchgate.net/publication/337496028_Growth_and_Nutrient_Uptake_in_Aralia_elata_Miq_Seedlings_Exposed_to_Exponential_fertilization_under_Different_Illumination_Spectra)