Pangan
Vol. 35, No. 2, Agustus 2026
https://doi.org/10.33964/jp.v35i2.957

ARTIKEL

Dampak Pemakaian Pupuk Organik Cair Berbasis Daun Gamal pada Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Bawang Merah

The Effects of Using Liquid Organic Fertilizer Made from Gamal Leaves on the Vegetative and Generative Phases of Red Onions

Devi Armita , Zainab , Masriany , Eka Sukmawaty

Prodi Biologi Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

OPEN ACCESS

KORESPONDENSI
Devi Armita
devi.armita@uin-alauddin.ac.id

Check for updates

RIWAYAT ARTIKEL
Diterima: 22 Desember 2025
Direvisi: 1 Juli 2026
Disetujui: 19 Juli 2026
Dipublikasikan: 28 Agustus 2026

HAK CIPTA
© 2026 Penulis.
Artikel ini merupakan artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah lisensi CC BY-NC-SA 4.0.

ABSTRAK

Latar belakang: Bawang merah adalah komoditas pertanian yang penting, terutama sebagai bahan utama dalam bumbu masakan tradisional Indonesia. Namun, dalam budidayanya, terdapat beberapa tantangan yang memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman, seperti penurunan kualitas lahan dan serangan penyakit.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan pupuk organik cair (POC) daun gamal (*Gliricidia sepium*) dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah, serta menilai kemampuannya sebagai alternatif pengganti pupuk kimia

Metode: Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi konsentrasi POC daun gamal, yaitu 100 mL/L, 200 mL/L, dan 300 mL/L, serta kontrol positif berupa pupuk NPK. Tahapan penelitian meliputi pembuatan POC daun gamal melalui proses fermentasi, analisis kandungan hara NPK pada POC daun gamal, aplikasi POC serta kontrol positif pada tanaman bawang merah di fase vegetatif dan generatif, selanjutnya pengumpulan data berupa pengamatan parameter pertumbuhan vegetatif dan hasil generatif tanaman bawang merah sesuai perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One Way* ANOVA pada tingkat signifikansi α = 5% dengan bantuan software IBM SPSS Ver. 22 dan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan terbaik.

Hasil dan Pembahasan: Hasil penelitian menunjukkan bahwa POC daun gamal mengandung unsur nitrogen (0,84%), fosfor (0,68%), dan kalium (1,6%). Pada fase vegetatif, aplikasi POC daun gamal pada konsentrasi 300 mL/L memberikan hasil terbaik dengan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan jumlah anakan. Pada fase generatif, konsentrasi 100 mL/L menunjukkan peningkatan yang signifikan pada jumlah umbi, namun untuk bobot basah dan kering umbi tidak ditemukan perbedaan yang signifikan.

Kesimpulan: POC daun gamal pada konsentrasi 300 mL/L paling efektif meningkatkan pertumbuhan vegetatif bawang merah, sedangkan konsentrasi 100 mL/L lebih optimal pada fase generatif khususnya jumlah umbi, sehingga dosis pengaplikasian perlu disesuaikan dengan tujuan budidaya. Temuan ini mengindikasikan bahwa POC daun gamal berpotensi menjadi pupuk ramah lingkungan, ekonomis, dan mendukung pertanian bawah merah yang berkelanjutan.

KATA KUNCI
Bawang merah; Daun Gamal; Pertumbuhan; Pupuk Organik Cair; Produktivitas.

ABSTRACT

Background: *Red onions are an important agricultural commodity, particularly as a key ingredient in traditional Indonesian cuisine. However, their cultivation faces several challenges that affect plant growth and yield, such as declining soil quality and disease outbreaks.*

Objectives: *This study aims to test the effectiveness of using liquid organic fertilizer (LOF) made from gamal leaves (Gliricidia sepium) in enhancing the growth and yield of red onions, as well as to evaluate its potential as an alternative to chemical fertilizers.*

Methods: *This study employed a completely randomized design (CRD) with varying concentrations of gamal leaf OF-100 mL/L, 200 mL/L, and 300 mL/L-and a positive control using NPK fertilizer. The research stages included the production of gamal leaf POC through a fermentation process, analysis of the NPK nutrient content in the gamal leaf POC, application of the POC and the positive control to red onion plants during the vegetative and generative phases, and finally, data collection through observations of vegetative growth parameters and generative yields of red onion plants according to the treatments. The data obtained were analyzed using one-way ANOVA at a significance level of α = 5% with the aid of IBM SPSS software, Version 22, and Duncan's multiple range test to determine the best treatment.*

Results and Discussion: *The results of the study showed that gamal leaf POC contained nitrogen (0.84%), phosphorus (0.68%), and potassium (1.6%). During the vegetative phase, the application of gamal leaf POC at a concentration of 300 mL/L yielded the best results in terms of plant height, number of leaves, stem diameter, and number of suckers. During the generative phase, a concentration of 100 mL/L showed a significant increase in the number of bulbs; however, no significant differences were found in the fresh and dry weights of the bulbs.*

Conclusion: *Gamal leaf POC at a concentration of 300 mL/L is most effective at enhancing the vegetative growth of red onions, whereas a concentration of 100 mL/L is more optimal during the generative phase-particularly for bulb count-so the application rate should be adjusted according to cultivation objectives. These findings indicate that gamal leaf POC has the potential to serve as an environmentally friendly, economical fertilizer that supports sustainable shallot farming.*

KEYWORDS

Red onions; Gamal Leaves; Growth; Liquid Organic Fertilizer; Productivity.

1. Pendahuluan

Peningkatan produktivitas pertanian secara global menjadi isu penting saat ini, mengingat kebutuhan pangan dunia diproyeksikan meningkat drastis untuk memenuhi kebutuhan 9,8 miliar penduduk pada tahun 2050, sehingga diperlukan kenaikan produksi setidaknya 70% (Dimkpa dkk., 2020). Dalam konteks tersebut, komoditas hortikultura seperti bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memiliki peran strategis di Indonesia. Tanaman yang termasuk dalam famili Alliaceae ini menempati urutan kedua terpenting di kelompok monokotil setelah Poaceae, serta menjadi spesies utama dalam genus *Allium*. Selain digunakan secara luas sebagai bumbu dalam berbagai masakan tradisional, bawang merah juga diketahui mengandung berbagai senyawa fitokimia. Senyawa bioaktif utamanya meliputi senyawa organosulfur, polifenol, serat pangan, dan saponin. Flavonoid, khususnya flavonol bawang, memiliki aktivitas antioksidan, antitumor, hipolipidemik, antidiabetik, kardioprotektif, neuroprotektif, dan antimikroba (Ivanova dkk., 2024).

Dalam satu dekade terakhir, produksi bawang merah di Indonesia mengalami fluktuasi dengan kecenderungan terjadi peningkatan (Aprianto dkk., 2023). Berdasarkan data Publikasi Statistik Hortikultura oleh Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2019-2025, produksi bawang merah di Indonesia sejak tahun 2014 hingga 2024 menunjukkan tren peningkatan jangka panjang dengan beberapa fluktuasi. Pada tahun 2014 produksi tercatat sebesar 1,233 juta ton, kemudian sedikit menurun pada 2015 menjadi 1,229 juta ton. Setelah itu, terjadi lonjakan signifikan pada 2016 hingga mencapai 1,446 juta ton, dan terus meningkat pada 2017 sebesar 1,470 juta ton serta 2018 sebesar 1,503 juta ton. Tren kenaikan berlanjut pada 2019 dengan produksi 1,580 juta ton, lalu melonjak tajam pada 2020 menjadi 1,815 juta ton dan 2021 mencapai 2,004 juta ton. Namun, pada 2022 terjadi penurunan tipis sebesar 1,1% sehingga produksi turun menjadi 1,982 juta ton. Tahun 2023 kembali stabil dengan kenaikan kecil menjadi 1,985 juta ton, dan pada 2024 terjadi peningkatan signifikan hingga produksi mencapai 2,085 juta ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018, 2024, 2026)

Secara keseluruhan, dalam kurun waktu sepuluh tahun, produksi bawang merah Indonesia naik sekitar 69% dibandingkan tahun 2014. Akan tetapi, kenaikan produksi tersebut belum mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan masyarakat yang juga terus meningkat. Memproyeksikan konsumsi bawang merah pada periode 2023–2027 meningkat sekitar 0,46% per tahun atau setara 3,03 kg per kapita per tahun. Konsumsi rumah tangga juga diperkirakan naik sebesar 1,47% per tahun atau sekitar 860,62 ribu ton. Meskipun tren produksi bawang merah dalam satu dekade terakhir menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan, data publikasi yang sama mengungkapkan bahwa kenaikan tersebut lebih banyak ditopang oleh bertambahnya luas panen daripada peningkatan produktivitas per satuan lahan.

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (2024), produksi bawang merah nasional tahun 2023 mencapai 1,985 juta ton dengan luas panen 181,66 ribu hektar. Produktivitas yang dihasilkan baru mencapai 10,92 ton per hektar, masih jauh di bawah potensi hasil yang dapat mencapai 20 ton per hektar. Kondisi ini mengindikasikan bahwa produktivitas bawang merah masih relatif rendah. Salah satunya akibat pengelolaan hara yang belum optimal, terutama nitrogen (N), yang merupakan unsur kunci bagi pertumbuhan vegetatif dan pembentukan umbi (Dimkpa dkk., 2020). Ketidakseimbangan atau rendahnya efisiensi penggunaan nitrogen menyebabkan tanaman tidak mampu mencapai potensi hasil maksimal, sehingga produktivitas nasional tidak mengalami peningkatan yang signifikan meskipun luas panen bertambah. Rendahnya produktivitas juga disebabkan oleh praktik budidaya yang belum optimal, khususnya penggunaan pupuk sintetis secara berlebihan. Walaupun pemupukan kimia mampu meningkatkan produksi dalam jangka pendek,

penggunaan intensif justru berdampak negatif pada sifat fisik tanah sehingga kesuburannya menurun (Afrita dkk., 2025; Dewi dkk., 2023).

Sejalan dengan tantangan tersebut, berbagai penelitian dan inovasi terus diarahkan untuk menghasilkan formulasi pupuk yang lebih efisien, yaitu yang mampu menyeimbangkan pelepasan hara, penyerapan oleh tanaman, serta meminimalkan dampak lingkungan. Upaya perbaikan ini banyak difokuskan pada pupuk berbasis nitrogen, karena dari 14 unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, nitrogen (N) merupakan unsur yang paling dominan digunakan dan saat ini berkontribusi lebih dari 50% terhadap produksi pangan dunia. Namun efisiensi penggunaan pupuk N masih rendah karena sekitar separuh dari N yang diberikan hilang ke lingkungan. Kondisi ini tidak hanya menurunkan potensi hasil tanaman dan meningkatkan biaya produksi, tetapi juga menimbulkan berbagai dampak lanjutan terhadap ketahanan pangan dan kualitas lingkungan (Dimkpa dkk., 2020).

Salah satu pendekatan alternatif yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas bawang merah, sekaligus mengatasi permasalahan efisiensi pupuk nitrogen, adalah melalui penggunaan pupuk organik cair (POC) sebagai substitusi pupuk kimia. POC merupakan pupuk dalam bentuk cair yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan (Kurniawan dkk., 2022). Secara umum, POC dihasilkan dari berbagai jenis limbah organik, termasuk residu tanaman, pupuk hijau, kotoran ternak, serta limbah domestik dan makanan, yang berfungsi sebagai sumber hara larut dan mudah diserap oleh tanaman Ranasinghe dkk., (2019) POC dapat dibuat sendiri dengan memanfaatkan bahan baku yang tersedia di sekitar lingkungan, sehingga kualitas dan kandungan haranya bergantung pada bahan dasar yang digunakan dalam pembuatannya (Minarsih dkk., 2022).

Aplikasi POC pada penelitian Panataria dkk., (2024) terbukti meningkatkan komponen hasil bawang merah, ditunjukkan oleh peningkatan diameter umbi, jumlah umbi per sampel, serta bobot segar dan bobot kering umbi. Perlakuan dengan konsentrasi POC tertinggi yaitu 8 mL/240 mL air/tanaman menghasilkan diameter umbi terbesar, jumlah umbi terbanyak, bobot segar tertinggi, dan bobot kering tertinggi dibandingkan konsentrasi terendah yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu 2 mL/240 mL/tanaman.

Selain menyediakan unsur hara secara bertahap, POC juga berperan dalam memperbaiki kualitas tanah. Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat tanah, seperti kapasitas menahan hara dan kapasitas penyangga, yang pada gilirannya meningkatkan aktivitas mikroba (Basundari, 2020; Bhatt dkk., 2019). Hasil penelitian Li dkk., (2021) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik menurunkan pH tanah dan mengurangi bakteri non-spesifik, namun meningkatkan aktivitas enzim, kadar air, dan bahan organik. Pupuk organik juga meningkatkan keanekaragaman mikroba tanah, ditandai dengan meningkatnya kelimpahan Firmicutes, Bacillus, SBR1031, dan Sphingomonas, sementara *Nocardioides, Solidubrobacter*, dan *Microvirga* ditemukan lebih rendah dibandingkan kontrol.

Salah satu bahan potensial untuk pembuatan pupuk organik cair (POC) adalah tanaman gamal (*Gliricidia sepium*), yang memiliki kandungan nutrien cukup tinggi pada daunnya sehingga prospektif sebagai sumber hara organik (Balachandar dkk., 2020). Hal ini menjadikannya bahan baku yang relevan dalam pengembangan POC untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas POC daun gamal dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah. Pemanfaatan POC daun gamal diharapkan dapat menjadi alternatif pupuk ramah lingkungan yang mampu menggantikan pupuk kimia, sekaligus mendukung peningkatan produktivitas bawang merah.

2. Metode

Penelitian ini termasuk dalam jenis eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor perlakuan berupa variasi konsentrasi pupuk organik cair (POC) daun gamal (*G. sepium*) yang diaplikasikan pada fase vegetatif dan generatif dengan tiga taraf konsentrasi, yaitu 100 mL/L, 200 mL/L, dan 300 mL/L. Sebagai pembanding, digunakan perlakuan kontrol positif berupa pupuk NPK 16:16:16. Setiap perlakuan diulang sebanyak 10 kali, sehingga keseluruhan terdapat 40 satuan percobaan. Penanaman dilakukan menggunakan polibag dengan satu tanaman per polibag, sehingga setiap perlakuan diwakili oleh sejumlah polibag sesuai jumlah ulangan.

Sampel tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) diperoleh dari Dusun Gossing, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Kegiatan penanaman serta pemeliharaan dilakukan di Green House Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Analisis kandungan unsur hara N, P, dan K dari POC daun gamal dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

Tahapan penelitian meliputi pembuatan pupuk organik cair (POC) daun gamal, analisis kandungan hara NPK, aplikasi POC pada fase vegetatif dan generatif dengan konsentrasi 100 mL/L, 200 mL/L, dan 300 mL/L, serta perlakuan kontrol positif menggunakan pupuk NPK 16:16:16. Satuan dosis mL/L dalam penelitian ini merujuk pada volume POC daun gamal yang dicampurkan ke dalam satu liter air sebagai larutan aplikasi dan selanjutnya diaplikasikan ke tanaman dalam polibag sesuai perlakuan. Selanjutnya dilakukan pengamatan parameter pertumbuhan (vegetatif) dan hasil panen (generatif). Penelitian diawali dengan pembuatan POC daun gamal (*G. sepium*) melalui fermentasi campuran daun gamal segar, gula merah, dan air beras selama dua minggu dalam kondisi anaerob (Kurnianingrum, 2023). POC yang telah dibuat dilakukan pengamatan kualitas fisik berupa aroma dan warna serta pengukuran pH untuk memastikan keberhasilan proses fermentasi. Parameter keberhasilan fermentasi ditandai dengan bau asam khas, pH 4–8 berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/PERMENTAN/SR.130/5/2009 dan warna coklat tua (Araf dkk., 2024).

Analisis kandungan hara POC meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Nitrogen dianalisis menggunakan metode Kjeldahl, fosfor ditentukan secara spektrofotometri dengan pereaksi amonium molibdovanadat pada panjang gelombang 693 nm, sedangkan kalium dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (Sulaeman dkk., 2005).

Penanaman dilakukan setelah POC siap digunakan. Bibit berupa umbi bawang merah kultivar Lokal Enrekang yang telah disimpan selama ±3 bulan pascapanen diperoleh dari petani lokal Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Umbi diseleksi agar seragam, sehat, dan bebas dari kerusakan fisik maupun gejala penyakit. Media tanam disiapkan dengan komposisi tanah, sekam, dan pupuk kandang (1:1:2), kemudian dimasukkan ke dalam polibag dengan setiap polibag ditanami satu umbi. Selama masa pertumbuhan, tanaman dipelihara dengan penyiraman rutin dan penyiangan manual untuk mengendalikan gulma. Aplikasi POC dilakukan mulai umur 2 minggu setelah tanam (MST) dan dilanjutkan setiap minggu hingga 8 MST.

Parameter vegetatif diamati secara berkala pada umur 3–8 MST, meliputi tinggi tanaman yang diukur dari pangkal batang hingga daun tertinggi menggunakan mistar (Abdi, 2021), diameter batang yang diukur dengan jangka sorong pada bagian batang ±1–2 cm di atas permukaan tanah Sulichantini & Rahayu (2025) jumlah daun yang dihitung setelah terbentuk sempurna Putri & Nihayati (2024) serta jumlah anakan yang dihitung berdasarkan tunas yang terbentuk per rumpun (Sudarma & Proklamita, 2017). Parameter

generatif diamati pada 9 MST, meliputi jumlah umbi yang dihitung pada setiap rumpun (tanaman) Nugroho dkk., (2017) bobot basah umbi yang ditimbang setelah dibersihkan dari kotoran, serta bobot kering umbi yang ditentukan setelah pengovenan pada suhu 70 °C selama 48 jam hingga bobot konstan (Fitria dkk., 2017).

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis menggunakan *One Way* ANOVA pada tingkat signifikansi α = 5% dengan bantuan software IBM SPSS Ver. 22. Apabila terdapat perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan.

3. Hasil dan Pembahasan

Tanaman gamal (*G. sepium*) merupakan salah satu bahan potensial dalam pembuatan pupuk organik cair. Tanaman ini umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, tetapi juga berpotensi sebagai sumber hara organik karena kandungan nutrien yang tinggi pada daunnya. Sebagai tanaman legum, gamal memiliki kemampuan mengikat nitrogen atmosfer melalui asosiasi dengan bakteri *Rhizobium*, sehingga aplikasinya dapat memperkaya kandungan nitrogen tanah (Balachandar dkk., 2020). Selain itu, gamal memiliki keunggulan dibandingkan legum lain, seperti pertumbuhan cepat, produksi biomassa dan kandungan nitrogen daun yang tinggi (Maier dkk., 2023; Oviyanti dkk., 2016). Adaptabilitasnya pada berbagai jenis tanah juga menjadikannya tanaman serbaguna yang banyak dimanfaatkan sebagai biofertilizer alami dan pupuk hijau (Alamu dkk., 2023). Unsur hara yang tersedia dari pupuk gamal terbukti memengaruhi peningkatan penyerapan nutrisi selama pertumbuhan tanaman (Suvichark dkk., 2002), sehingga mendukung penggunaannya sebagai bahan baku prospektif dalam pengembangan pupuk organik cair.

Pembuatan POC daun gamal dalam penelitian ini dilakukan melalui proses fermentasi. Setelah kurang lebih dua minggu, hasil fermentasi menunjukkan karakteristik berupa pH 4,5 dengan cairan berwarna kuning kecoklatan dan beraroma asam menyengat. Ciri-ciri tersebut sejalan dengan temuan Hamawi & Akhiriana (2022) yang menjelaskan bahwa keberhasilan fermentasi POC ditandai dengan warna coklat kekuningan, tidak menimbulkan bau busuk, serta bebas dari larva serangga. Aroma asam yang muncul juga merupakan indikator berlangsungnya proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang ada di dalamnya, sehingga menghasilkan senyawa asam organik dengan bau khas (Andesta dkk., 2023).

3.1. Kandungan NPK POC Daun Gamal

Hasil analisis kandungan unsur hara menunjukkan bahwa POC daun gamal mengandung nitrogen (N), fosfor (P_2O_5), dan kalium (K) dengan konsentrasi masing-masing sebesar 0,84%; 0,68%; dan 1,6% (Tabel 1). Jika dijumlahkan, total kandungan NPK mencapai 3,12%, sehingga berada dalam rentang standar minimal pupuk organik cair, sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, yang mensyaratkan kandungan total N, P_2O_5, dan K_2O berada pada rentang 2–6%. Menurut Paulus dkk., (2020) tanaman gamal termasuk dalam famili Fabaceae atau Leguminosae yang dikenal memiliki biomassa tinggi, mudah dibudidayakan, serta mengandung nitrogen dalam jumlah besar dengan rasio C/N yang rendah. Kondisi ini menyebabkan proses dekomposisi bahan organik dari gamal dapat berlangsung lebih cepat, sehingga menghasilkan pupuk organik cair dengan kandungan hara yang memadai. Sebaliknya, jika bahan organik dengan rasio C/N tinggi diberikan langsung ke lahan dan ditanami, terdapat risiko imobilisasi nitrogen yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Herman dkk., 2024), sehingga keberadaan rasio C/N rendah pada daun gamal menjadi faktor penting dalam efektivitas POC.

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P2O5) dan Kalium (K) POC Daun Gamal

Jenis Unsur Hara	Konsentrasi (%)*
Nitrogen (N)	0,84
Fosfor (P_2O_5)	0,68
Kalium (K)	1,6

*Sumber: *Data merupakan hasil analisis laboratorium yang telah dikonversi ke bentuk % berat kering. Hasil Penelitian. Data Diolah. 2026.*

3.2. Pertumbuhan Bawang Merah

Rata-rata hasil pengamatan parameter pertumbuhan bawang merah pada berbagai konsentrasi POC daun gamal dapat dilihat pada Tabel 2. Pengukuran hasil pengamatan pada Tabel 2 dilakukan pada 7 MST karena difokuskan pada parameter pertumbuhan vegetatif, yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan jumlah anakan. Waktu ini dipilih karena fase vegetatif tanaman bawang merah masih aktif berlangsung, sehingga indikator pertumbuhan dapat diamati secara optimal. Berdasarkan analisis statistik, diperoleh bahwa parameter tinggi tanaman dan diameter batang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p<0,05$) antara perlakuan POC daun gamal konsentrasi 300 mL/L dengan perlakuan kontrol positif menggunakan pupuk NPK. Sementara itu, perbedaan antar konsentrasi POC tidak signifikan. Meskipun demikian, secara keseluruhan nilai tertinggi dari semua parameter pertumbuhan diperoleh pada aplikasi POC daun gamal dengan konsentrasi 300 mL/L.

Tabel 2. Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Pada 7 MST dengan Pengaplikasian Pupuk Organik Cair (POC) Daun Gamal Berbagai Konsentrasi

Konsentrasi POC Daun Gamal (mL/L)	Parameter Pengamatan			
	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (cm)	Jumlah Daun	Jumlah Anakan
NPK 16:16:16	33,54±3,32^{b}	2,11±0,67^{b}	28,12±8,85^{a}	10,81±2,19^{a}
100	34,93±3,66^{ab}	2,5±0,78^{ab}	27,56±13,6^{a}	10,87±4,47^{a}
200	35,80±4,01^{ab}	2,36±0,90^{b}	26,62±15,4^{a}	10,56±3,72^{a}
300	37,16±4,58^{a}	3,03±0,87^{a}	33±7,63^{a}	12,37±3,09^{a}

Sumber: Hasil Penelitian. Data Diolah. 2025

Pertumbuhan tanaman ditentukan secara signifikan oleh ketersediaan unsur hara makro dan mikro, yang masing-masing menjalankan fungsi esensial dalam menunjang proses metabolisme. Hal ini sejalan dengan Mukarrama dkk., (2022) yang menyatakan bahwa pertumbuhan optimal dicapai apabila unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup untuk menunjang kebutuhan fisiologis tanaman. Proses pertumbuhan sendiri berlangsung melalui aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel yang membutuhkan suplai air, karbohidrat, hormon, serta unsur hara sebagai nutrisi utama.

Pada fase vegetatif, nitrogen menjadi unsur hara yang paling dominan diperlukan oleh tanaman karena berperan penting dalam merangsang pertumbuhan batang dan pembentukan daun (Nuraeni dkk., 2019). Aplikasi pupuk yang mengandung nitrogen pada fase ini terbukti sangat mendukung pertumbuhan, mengingat nitrogen berperan dalam pembentukan pigmen klorofil serta sintesis protein. Temuan ini juga diperkuat dari

penelitian Alakhyar dkk., (2019) yang memperoleh hasil bahwa penggunaan POC berbahan daun gamal secara signifikan meningkatkan kehijauan daun pada tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) yang terkait dengan peningkatan klorofil. Ketersediaan nitrogen yang memadai akan mengoptimalkan proses fotosintesis yang menghasilkan energi bagi tanaman (Inaya dkk., 2021). Sejumlah penelitian sebelumnya juga menunjukkan efektivitas POC daun gamal pada tanaman hortikultura dalam meningkatkan pertumbuhan. Penelitian Novriani (2016) melaporkan bahwa pemberian POC daun gamal secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan hasil kubis bunga, terutama pada parameter tinggi tanaman, jumlah akar, umur berbunga, berat segar, dan diameter bunga. Hasil serupa ditemukan Novriani dkk., (2019) oleh pada tanaman pakcoy, aplikasi POC daun gamal dengan konsentrasi 20 mL/L mampu meningkatkan pertumbuhan sebesar 20,4% dan produksi hingga 59% dibandingkan kontrol. Bahkan pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammed dkk., (2023) menunjukkan bahwa pengaplikasian 100% biomassa daun *G. sepium*, menunjukkan tinggi tanaman terbesar dibandingkan kombinasi dengan NPK. Hal ini disebabkan oleh biomassa daun *G. sepium*, ketika digunakan sendiri sebagai satu-satunya sumber hara, mampu menyediakan seluruh nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal.

3.3. Produksi Bawang Merah

Hasil pengamatan parameter produksi bawang merah pada penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi POC daun gamal pada konsentrasi rendah (100 mL/L) mampu meningkatkan jumlah umbi per tanaman. Akan tetapi, pada parameter berat basah maupun berat kering umbi, tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Berat basah tertinggi diperoleh pada perlakuan POC daun gamal 100 mL/L (1,57 ± 0,30), disusul perlakuan 300 mL/L (1,47 ± 0,32), 200 mL/L (1,45 ± 0,38), serta kontrol positif menggunakan pupuk NPK (1,39 ± 0,64). Pola yang sama juga terlihat pada berat kering umbi dengan kisaran nilai 0,27–0,30 gram, dengan seluruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan signifikan (Tabel 3). Data hasil pengukuran pada Tabel 3 dilakukan pada 9 MST karena difokuskan pada parameter produktivitas, yaitu jumlah umbi, berat basah, dan berat kering. Waktu ini dipilih karena fase generatif telah berkembang lebih lanjut, sehingga data produktivitas dapat diukur secara lebih representatif.

Tabel 3. Produksi Tanaman Bawang Merah Pada 9 MST dengan Pengaplikasian Pupuk Organik Cair (POC) Daun Gamal Berbagai Konsentrasi

Konsentrasi POC Daun Gamal (mL/L)	Parameter Pengamatan		
	Jumlah Umbi	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)
NPK 16:16:16	12,12±5,62^{ab}	1,39±0,64^{a}	0,29±0,19^{a}
100	15,5±5,78^{b}	1,57±0,30^{a}	0,30±0,12^{a}
200	10,25±4,87^{a}	1,45±0,38^{a}	0,27±0,13^{a}
300	12,75±6,26^{ab}	1,47±0,32^{a}	0,28±0,08^{a}

Sumber: Hasil Penelitian. Data Diolah. 2025

Peningkatan jumlah umbi pada perlakuan 100 mL/L menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu menyediakan unsur hara dalam jumlah optimal untuk mendukung proses pembentukan umbi. POC daun gamal diketahui mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang berperan penting dalam fotosintesis, pembelahan sel, serta akumulasi karbohidrat pada organ penyimpanan. Konsentrasi yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kinerja yang lebih baik, karena kelebihan unsur hara dapat menimbulkan ketidakseimbangan fisiologis dan menurunkan efisiensi penyerapan nutrien.

Analisis kandungan hara pada POC daun gamal menunjukkan bahwa larutan POC mengandung 0,84% nitrogen, 0,68% fosfor, dan 1,6% kalium. Pada dosis 100 mL/L, jumlah tersebut sudah cukup untuk mendukung pembentukan umbi secara efektif. Secara sederhana, konsentrasi ini memberikan suplai sekitar 0,84 g N, 0,68 g P, dan 1,6 g K/Liter larutan yang diaplikasikan. Nitrogen dalam kadar tersebut berfungsi dalam pembelahan sel dan diferensiasi jaringan meristem yang penting untuk inisiasi umbi, sedangkan fosfor mendukung transfer energi dan pengalokasian karbohidrat ke organ simpan (Iswiyanto dkk., 2023). Fosfor berperan sebagai komponen kunci dalam molekul gula fosfat yang mendukung reaksi pada fase gelap fotosintesis, respirasi, serta beragam aktivitas metabolik. Sementara itu, kalium berperan dalam transportasi asimilat, regulasi air dan osmotik, serta pengisian umbi (Fitria dkk., 2017). Selain itu, kalium berfungsi sebagai pengaktivasi berbagai enzim penting dalam fotosintesis dan respirasi, serta berperan dalam pengaturan turgor sel melalui mekanisme buka-tutup stomata. Proses pembentukan fotosintat yang optimal bermanfaat bagi seluruh organ tanaman, karena hasil fotosintesis berupa gula sederhana akan ditranslokasikan ke akar dan kemudian ke organ tanaman lainnya, sehingga mendukung pembentukan organ tanaman dengan pertumbuhan yang optimal (Eryani dkk., 2020).

Meskipun parameter jumlah umbi meningkat signifikan pada perlakuan 100 mL/L, berat basah dan kering tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan. Namun, nilai berat basah dan kering pada dosis ini tetap lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Kondisi ini menegaskan bahwa konsentrasi 100 mL/L cukup mendukung pembentukan biomassa umbi tanpa memicu cekaman akibat kelebihan nutrien. Dengan demikian, konsentrasi ini dapat dianggap sebagai titik efisiensi fisiologis yang mampu menjaga produktivitas tanaman secara stabil. Sebaliknya, dosis yang lebih tinggi mungkin meningkatkan suplai unsur hara, tetapi berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan atau kompetisi antar unsur, sehingga tidak berdampak pada peningkatan hasil generatif.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya perbedaan respons fisiologis tanaman bawang merah pada fase vegetatif dan generatif. Aplikasi POC daun gamal dengan konsentrasi 300 mL/L memberikan peningkatan tertinggi pada parameter pertumbuhan vegetatif, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan jumlah anakan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa nitrogen dan kalium pada konsentrasi tinggi mampu merangsang pembelahan sel, ekspansi jaringan, serta meningkatkan intensitas fotosintesis. Selain itu, kalium berperan dalam regulasi osmotik dan pembukaan stomata yang berkontribusi terhadap efisiensi metabolisme tanaman (Suparman dkk., 2022). Sebaliknya, pada fase generatif, konsentrasi 100 mL/L lebih efektif dalam meningkatkan jumlah umbi. Dosis ini menyediakan hara dalam jumlah yang cukup untuk mendukung inisiasi dan pengisian umbi tanpa menyebabkan cekaman fisiologis.

Peningkatan dosis POC daun gamal terbukti mendorong pertumbuhan vegetatif karena tingginya kandungan nitrogen yang mempercepat pembentukan daun dan batang. Namun, kelebihan nitrogen tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan hasil generatif, sebab fase pembungaan dan pembentukan umbi lebih membutuhkan keseimbangan unsur hara N, P, dan K. Hal ini sejalan dengan teori bahwa pemberian nutrisi berlebih cenderung mengalihkan distribusi asimilat ke pertumbuhan vegetatif sehingga menurunkan efisiensi akumulasi karbohidrat di organ simpan (Lontoh dkk., 2024). Kandungan fosfor pada POC daun gamal juga berperan penting dalam proses transfer energi melalui ATP. Mekanisme fisiologis tersebut sangat krusial untuk pembentukan jaringan simpan dan pengisian umbi (Priyambodo & Hariyono, 2024).

Dengan demikian, konsentrasi 300 mL/L lebih tepat untuk mendorong pertumbuhan vegetatif, sedangkan 100 mL/L lebih sesuai bagi produksi generatif. Pemilihan dosis yang tepat menjadi kunci strategi pemupukan dalam menentukan arah budidaya, baik difokuskan pada peningkatan biomassa maupun hasil panen.

4. Kesimpulan

POC daun gamal pada konsentrasi 300 mL/L paling efektif meningkatkan pertumbuhan vegetatif bawang merah, sedangkan konsentrasi 100 mL/L lebih optimal pada fase generatif khususnya jumlah umbi, sehingga dosis pengaplikasian perlu disesuaikan dengan tujuan budidaya. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan POC daun gamal tidak hanya berperan dalam memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman, tetapi juga memiliki potensi sebagai alternatif pupuk organik ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Dengan demikian, penggunaan POC daun gamal mendukung strategi peningkatan produktivitas bawang merah secara berkelanjutan sekaligus menjaga kesehatan tanah dan lingkungan. Penelitian lanjutan pada skala lahan perlu dilakukan untuk memastikan konsistensi hasil dan memperkuat pemanfaatannya sebagai alternatif pupuk organik ramah lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada petani di Dusun Gossing, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan atas penyediaan sampel tanaman bawang merah. Penulis juga berterima kasih kepada Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar yang telah memfasilitasi kegiatan penanaman dan pemeliharaan tanaman selama penelitian berlangsung. Selain itu, apresiasi juga diberikan kepada Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar atas dukungan dalam pelaksanaan analisis kandungan unsur hara N, P, dan K dari POC daun gamal

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan dengan tegas bahwa tidak terdapat kepentingan finansial maupun hubungan kerja dengan organisasi, lembaga, atau pihak manapun yang dapat memperoleh keuntungan atau mengalami kerugian dari hasil penelitian ini. Seluruh proses penelitian, analisis, dan pelaporan dilakukan secara independen untuk kepentingan ilmiah semata.

Penafian

Seluruh isi artikel ini merupakan tanggung jawab penuh penulis. Pandangan, hasil, dan interpretasi yang disajikan tidak mencerminkan kebijakan, posisi resmi, maupun pendapat lembaga atau institusi tempat penulis berafiliasi.

Deklarasi Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI)

Penulis menyatakan bahwa dalam penyusunan naskah ini telah menggunakan bantuan Microsoft Copilot (AI) secara terbatas untuk tujuan pengecekan tata bahasa, penyempurnaan gaya bahasa, perbaikan struktur kalimat, serta penerjemahan abstrak dari bahasa Indonesia ke bahasa Inggris agar sesuai dengan standar publikasi akademik. Penulis tetap bertanggung jawab penuh atas keakuratan fakta, validitas data, dan isi keseluruhan artikel, termasuk hasil terjemahan yang dihasilkan oleh AI.

Tentang Penulis

Devi Armita, lahir di Selayar, 16 Agustus 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada tahun 2014, serta pendidikan S2 pada Program Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya pada tahun 2016. Bidang kepakaran yaitu Fisiologi Tumbuhan, Kultur Jaringan Tumbuhan, dan Nutrisi Tumbuhan.

Zainab, lahir di Enrekang, 13 Maret 2000. Penulis menyelesaikan S1 Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada tahun 2023.

Masriany, lahir di Bone, 07 Juli 1981. Penulis menyelesaikan S1 Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar pada tahun 2004, S2 dan S3 di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2012 dan 2018. Bidang kepakaran yaitu Fisiologi Tumbuhan, Interaksi Tumbuhan-Mikroba, Interaksi Tumbuhan-Serangga, dan Ketahanan Pangan.

Eka Sukmawaty, lahir di Pare-pare, 16 Juli 1986. Penulis menyelesaikan S1 Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin pada tahun 2009 dan jenjang S2 di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2012 serta S3 di Universitas Hasanuddin pada tahun 2025. Bidang kepakaran yaitu Mikrobiologi dan Biokimia.

Referensi

Abdi, Z. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Perlakuan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Sosek: Jurnal Sosial dan Ekonomi, 2*(3), 166–176. https://doi.org/10.55357/SOSEK.V2I3.236

Afrita, R., Afrida, & Desi, Y. (2025). Pengaruh Pemberian Dosis Bokashi Kotoran (Ayam + Sapi) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Research Ilmu Pertanian, 5(*1), 1–14. https://doi.org/10.31933/VTY1RV29

Alakhyar, Fahrurrozi, Widodo, & Sari, D. N. (2019). Use of Gliricidia-Enriched Liquid Organic Fertilizer for Production of Caisim (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 17*(1), 1–7. https://doi.org/10.32663/JA.V17I1.725

Alamu, E. O., Adesokan, M., Fawole, S., Maziya-Dixon, B., Mehreteab, T., & Chikoye, D. (2023). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Qualities: A Review. *Forests, 14*(3), 635. https://doi.org/10.3390/F14030635

Andesta, R., ZA, N., Sylvia, N., Muarif, A., & Nurlaila, R. (2023). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Pisang Kepok dan Limbah Air Cucian Beras dengan Menggunakan Bioaktivator EM4. *Chemical Engineering Journal Storage, 3*(4), 581–595. https://doi.org/10.29103/CEJS.V3I4.10250

Aprianto, F., Arifin, M., & Sofyan, E. T. (2023). Shallot Cultivation Originated From True Shallot Seed (TSS) on Andisols Enriched With Various Ameliorants. *Kultivasi, 22*(3), 287–293. https://doi.org/10.24198/KULTIVASI.V22I3.48453

Araf, S., Suwarto, Qadir, A., & Maharijaya, A. (2024). Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Berbagai Jarak Tanam dan Dosis Pupuk NPKMg. *Jurnal Hortikultura Indonesia, 15*(2), 62–69. https://doi.org/10.29244/JHI.15.2.62-69

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018. *Dalam BPS-Statistics Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia. https://www.bps.go.id/id/publication/

2019/10/07/9c5dede09c805bc38302ea1c/statistik-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-indonesia-2018.html

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Statistik Hortikultura 2023*. Badan Pusat Statistik Indonesia. https://www.bps.go.id/id/publication/2024/06/10/790c957ba8892f9771aeefb7/statistik-hortikultura-2023.html

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2026). *Statistik Hortikultura 2025* . Badan Pusat Statistik Indonesia. https://www.bps.go.id/id/publication/2026/06/12/43da5ec30fc7d87985e108a5/statistik-hortikultura-2025.html

Balachandar, R., Baskaran, L., Yuvaraj, A., Thangaraj, R., Subbaiya, R., Ravindran, B., Chang, S. W., & Karmegam, N. (2020). Enriched Pressmud Vermicompost Production With Green Manure Plants Using Eudrilus eugeniae. *Bioresource Technology, 299*, 122578. https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2019.122578

Basundari, F. R. (2020). Analisis Teknik Budidaya Bawang Merah pada Off Season di Kabupaten Sorong. *Pangan, 29*(1), 13–24. https://doi.org/10.33964/JP.V29I1.467

Bhatt, M., Kumar, V., Maneesh Bhatt, C., Singh, A., Singh, V., & Kala, D. (2019). Long-Term Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Physico-Chemical Properties of a Silty Clay Loam Soil Under Rice-Wheat Cropping System in Tarai Region of Uttarakhand. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8*(1), 2113–2118. https://www.phytojournal.com/archives/2019.v8.i1.7080/long-term-effect-of-organic-and-inorganic-fertilizers-on-soil-physico-chemical-properties-of-a-silty-clay-loam-soil-under-rice-wheat-cropping-system-in-ltemgttarai-ltemgtregion-of-uttarakhand

Dewi, T., Martono, E., & Hanudin, E. (2023). Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah Asal Benih Botani dengan Pemberian Biochar, Kompos, dan Pestisida Nabati di Wanasari, Kabupaten Brebes. *Pangan, 32*(1), 41–52. https://doi.org/10.33964/JP.V32I1.584

Dimkpa, C. O., Fugice, J., Singh, U., & Lewis, T. D. (2020). Development of Fertilizers for Enhanced Nitrogen Use Efficiency – Trends and Perspectives. *Science of the Total Environment, 731*, 139113. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139113

Eryani, Fenti, Muswita, & Yelianti, U. (2020). Effect of Green Fertilizer of Gamal Plant (Gliricidia sepium (Jacq) DC.) On the Growth of Duku (*Lansium domesticum Corr*.). *International Journal of Ecophysiology, 2*(1), 55–61. https://doi.org/10.32734/IJOEP.V2I1.3989

Fitria, R., Supriyono, & Sudadi. (2017). Respon Pertumbuhan dan Hasil Garut (*Maranta Arundinacea*) terhadap Pembumbunan dan Pemupukan Kalium. *Agrotechnology Research Journal, 1*(1), 46–50. https://doi.org/10.20961/AGROTECHRESJ.V1I1.18874

Hamawi, M., & Akhiriana, E. (2022). Karakterisasi POC (Pupuk Organik Cair) Berbasis Limbah Dapur Dari Universitas Darussalam Gontor Kampus Putri. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis, 6*(1), 109–122. https://doi.org/10.30737/AGRINIKA.V6I1.1987

Herman, W., Adiprasetyo, T., Widiyono, H., Hindarto, K. S., & Putri, E. L. (2024). Limbah Rumah Tangga sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Produksi Jagung Manis di Kawasan Pesisir Bengkulu. *Pangan, 33*(3), 241–248. https://doi.org/10.33964/JP.V33I3.882

Inaya, N., Armita, D., & Hafsan, H. (2021). Identifikasi Masalah Nutrisi Berbagai Jenis Tanaman di Desa Palajau Kabupaten Jeneponto. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi, 1*(3), 94–102. https://doi.org/10.24252/FILOGENI.V1I3.26114

Iswiyanto, A., Radian, & Abdurrahman, T. (2023). Pengaruh Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator, 12*(1), 95–102. https://doi.org/10.26418/JSPE.V12I1.60354

Ivanova, M. I., Baikov, A. A., Gins, E. M., Gins, V. K., Kashleva, A. I., Gins, M. S., Motyleva, S. M., Pivovarov, V. F., & Smurova, N. V. (2024). Assessment of Phytochemicals in Allium Species: A Systematic Review. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics, 56*(3), 1049–1059. https://doi.org/10.54910/SABRAO2024.56.3.13

Kurnianingrum, I. (2023, Desember 29). *Eksplorasi Mikrooganisme Lokal Mol Guna Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan.* Balai Besar Pelatihan Pertanian Binuang. https://bbppbinuang.bppsdmp.pertanian.go.id/artikel/eksplorasi-mikrooganisme-lokal--mol--guna-mendukung-pertanian-ramah-lingkungan

Kurniawan, E., Dewi, R., & Jannah, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 11*(1), 76–90. https://doi.org/10.29103/JTKU.V11I1.7251

Li, W., Zhang, F., Cui, G., Wang, Y., Yang, J., Cheng, H., Liu, H., & Zhang, L. (2021). Effects of Bio-Organic Fertilizer on Soil Fertility, Microbial Community Composition, and Potato Growth. *ScienceAsia, 47*(3), 347–356. https://doi.org/10.2306/SCIENCEASIA1513-1874.2021.039

Lontoh, D. G., Paulus, J. M., Doodoh, B., Rogi, J. E. X., Sompotan, S., & Wanget, S. A. (2024). Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (POC) terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea var. acephala*). *Eugenia, 30*(1), 14–21. https://doi.org/10.35791/EUG.V30I1.57940

Maier, R., Schack-Kirchner, H., Nyoka, B. I., & Lang, F. (2023). Gliricidia Intercroppinag Supports Soil Organic Matter Stabilization at Makoka Research Station, Malawi. *Geoderma Regional, 35*, e00730. https://doi.org/10.1016/J.GEODRS.2023.E00730

Minarsih, S., Samijan, Supriyo, A., Praptana, R. H., & Komalawati. (2022). Efektivitas Pupuk Organik Cair Hasil Aktivasi Molekul dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Jagung. *Pangan, 31*(2), 125–134. https://doi.org/10.33964/JP.V31I2.602

Mohammed, A. L., Nartey, E. K., Addai, F., Arthur, S., & Bawah, E. (2023). Effect of Gliricidia sepium Leafy Biomass and Npk (15:15:15) Fertiliser on the Growth and Yield of Tomato, *Solanum lycopersicum* (L.). *Journal of Applied Life Sciences and Environment, 56*(2), 273–288. https://doi.org/10.46909/ALSE-562100

Mukarrama, A., Karim, H. A., & MS., S. (2022). Pengaruh Komposisi POC dari Berbagai Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium cepa* L) di Dataran Rendah. *Jurnal Agroterpadu, 1*(2), 110–117. https://doi.org/10.35329/JA.V1I2.3159

Novriani. (2016). Pemanfaatan Daun Gamal Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* L.) pada Tanah Podsolik. *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian, 11*(1), 15–19. https://jurnal.um-palembang.ac.id/klorofil/article/view/211

Novriani, Nurshanti, D. F., Asroh, A., & Al'asri, A. (2019). Pemanfaatan Daun Gamal Sebagai Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian, 14*(1), 7–11. https://doi.org/10.32502/JK.V14I1.1843

Nugroho, U., Syaban, R. A., & Ermawati, N. (2017). Uji Efektivitas Ukuran Umbi dan Penambahan Biourine Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bibit Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences, 1*(2), 118–125. https://doi.org/10.25047/AGRIPRIMA.V1I2.38

Nuraeni, A., Khairani, L., & Susilawati, I. (2019). Pengaruh Tingkat Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Kandungan Air dan Serat Kasar *Corchorus aestuans*. *Pastura, 9*(1), 32–35. https://doi.org/10.24843/PASTURA.2019.V09.I01.P09

Oviyanti, F., Syarifah, & Hidayah, N. (2016). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth Ex Walp.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Biota, 2*(1), 61–67.

Panataria, L. R., Saragih, M. K., & Sitorus, E. (2024). Effect of Watering Time and Liquid Organic Fertilizer Concentration on the Growth and Production of Shallots *(Allium Ascalonicum* L.). *Journal of Agriculture, 3*(3), 166–173. https://doi.org/10.47709/JOA.V3I03.4931

Paulus, J. M., Najoan, J., Supit, P. C. H., & Tiwow, D. S. (2020). Aplikasi POC (Pupuk Organik Cair) Daun Gamal untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis Berbasis Organik. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian, 17*(31), 38–45. https://doi.org/10.36626/JPPP.V17I31.416

Priyambodo, B., & Hariyono, K. K. (2024). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Berbahan Daun Gamal (Gliricidia sepium) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi, 26*(1), 43–52. https://doi.org/10.20961/AGSJPA.V26I1.70766

Putri, T. S., & Nihayati, E. (2024). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Bawang Merah (Allium cepa var. ascalonicum) pada berbagai Dosis Pupuk NPK Majemuk di Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *JProtan: Jurnal Produksi Tanaman, 12*(7), 465–474. https://doi.org/10.21776/UB.PROTAN.2024.012.07.05

Ranasinghe, A., Jayasekera, R., Kannangara, S., & Rathnayake, S. (2019). Effect of Nutrient Enriched Organic Liquid Fertilizers on Growth of Albemonchus esculentus. *Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 5*(3), 96–106. http://www.aiscience.org/journal/jepsd

Sudarma, I. K., & Proklamita, T. L. (2017). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Bawang Merah pada Berbagai Durasi Genangan. *Partner, 22*(2), 474–486. https://doi.org/10.35726/JP.V22I2.242

Sulichantini, E. D., & Rahayu, S. (2025). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab, 7*(2), 94–101. https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/agro/article/view/18947

Suparman, Mambuhu, N., & Pelia, L. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Cair Daun Gamal terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian, 2*(1), 162–168. https://doi.org/10.52045/jimfp.v2i1.257

Suvichark, A., Prasertkul, Tongchure, Phitachayapon, & Talubnak, C. (2002). The Utilization of Leguminous Gliricidia sepium As Natural Fertilizers to Improve Soil Fertility. *International Journal of Agricultural Technology, 16*(3), 545–552.