

Review: Pemanfaatan Tumbuhan untuk Pupuk Organik Padat dan Cair di Indonesia

A Review: Plant Utilization for Solid and Liquid Organic Fertilizers in Indonesia

Laila Ainur Rohmah^{1*}, Feni Andriani¹

¹Program Studi SI Biologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau Indonesia, Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293, Indonesia

*Corresponding author: laila.ainurrohmah@lecturer.unri.ac.id
laila.ainurrohmah@lecturer.unri.ac.id, feni.andriani@lecturer.unri.ac.id

Received: 23 Mei 2026

Revised: 26 Mei 2026

Accepted: 29 Mei 2026

Abstrak

Tumbuhan memiliki potensi besar sebagai bahan baku pupuk organik karena biomasnya mengandung unsur hara makro dan mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman. Informasi mengenai pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan pupuk organik di Indonesia masih belum banyak disusun secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menghimpun informasi mengenai pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan pupuk organik di Indonesia berdasarkan jenis tumbuhan, bagian yang digunakan, dan bentuk pupuk yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan memanfaatkan data sekunder dari publikasi ilmiah yang diperoleh melalui Google Scholar, Scopus, ResearchGate, dan Elicit, menggunakan kata kunci terkait pupuk organik. Data dianalisis secara deskriptif melalui pengelompokan jenis tumbuhan, bagian tanaman, dan kategori pupuk organik. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebanyak 100 spesies dari 47 famili telah dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC). Bahan baku pupuk organik didominasi dari famili Fabaceae (13%), Poaceae (8%), Arecaceae (7%), Asteraceae (6%), dan Cucurbitaceae (4%). POC lebih banyak dimanfaatkan (56 praktik) dibandingkan pupuk organik padat (44 praktik), sedangkan proses pembuatannya secara umum dilakukan melalui teknik fermentasi dengan penambahan bioaktivator. Terdapat 15 bagian atau bentuk tumbuhan yang berbeda untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik padat maupun POC, terutama bagian daun, buah, kulit buah, dan batang.

Kata kunci: bioaktivator, fermentasi, poc, pupuk organik

Abstract

Plants have great potential as raw materials for organic fertilizers because their biomass contains macro- and micronutrients that support plant growth. Information regarding the utilization of plants as raw materials for organic fertilizers in Indonesia has not yet been systematically compiled. This study aimed to compile information on the utilization of plants as raw materials for organic fertilizers in Indonesia based on plant species, parts used, and the forms of fertilizer produced. This study employed a literature review method using secondary data from scientific publications obtained through Google Scholar, Scopus, ResearchGate, and Elicit, using keywords related to organic fertilizers. The data were analyzed descriptively by classifying plant species, plant parts, and categories of organic fertilizers. The results showed that a total of 100



species from 47 plant families have been utilized as raw materials for solid organic fertilizers and liquid organic fertilizers (LOFs). Organic fertilizer materials were predominantly derived from the families Fabaceae (13%), Poaceae (8%), Arecaceae (7%), Asteraceae (6%), and Cucurbitaceae (4%). LOF was more frequently utilized (56 cases) than solid organic fertilizers (44 cases), while the production process was generally carried out through fermentation techniques with the addition of bioactivators. A total of 15 different plant parts or forms were utilized for the production of solid organic fertilizers and LOF, particularly leaves, fruits, fruit peels, and stems

Keywords: *bioactivators, fermentation, liquid organic fertilizer (LOF), organic fertilizer*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia (Rhofita 2022; Rasman *et al.* 2023). Dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian, kesuburan tanah menjadi salah satu faktor utama karena tanah yang subur mampu menyediakan unsur hara dan bahan organik untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Lakitan 2011; Zubair *et al.* 2021). Untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia, praktik budidaya masih dominan bergantung pada pupuk anorganik atau sintetis, hal ini disebabkan pupuk anorganik dianggap mampu menyediakan unsur hara lebih banyak dan segera diserap oleh tanaman (Sacita & Rahman 2023). Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, pengguna pupuk anorganik (NPK dan urea) di Indonesia mencapai 32.843.184 unit, sementara pengguna pupuk organik (biofertilizer dan kotoran ternak) hanya mencapai 5.434.723 unit, atau enam kali lebih rendah dari pengguna pupuk anorganik (BPS 2023).

Ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk anorganik telah memunculkan berbagai permasalahan dalam sistem budidaya pertanian, terutama terkait penurunan kualitas tanah (*soil fertility decline*) (Kumar *et al.* 2022). Penggunaan pupuk kimia secara intensif dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah, mempercepat degradasi struktur tanah (*soil degradation*), dan mengurangi keanekaragaman mikroorganisme yang berperan penting dalam siklus hara dan kesehatan tanah (Dincă *et al.* 2022). Selain itu, residu pupuk yang tidak terserap tanaman berpotensi mencemari tanah dan badan air sehingga meningkatkan risiko gangguan lingkungan (Juncal *et al.* 2023). Di sisi lain, fluktuasi harga, biaya input yang semakin tinggi, dan keterbatasan ketersediaan pupuk kimia juga menjadi tantangan bagi sektor pertanian (Dahlan & Putri 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan pupuk organik menjadi penting sebagai bagian dari pendekatan *sustainable agriculture* agar produktivitas sekaligus kualitas tanah dapat berjalan secara berkelanjutan.

Pupuk organik adalah bahan tambahan pembenah kualitas tanah yang berasal dari bahan hayati yang mengalami proses dekomposisi seperti sisa tumbuhan dan limbah pertanian (Sutanto 2022; Walunguru & Mone 2025). Pupuk organik berfungsi memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah melalui peningkatan bahan organik, aktivitas mikroorganisme, dan ketersediaan unsur hara. Secara umum, pupuk organik dibedakan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC) (Murtalaksono *et al.* 2020). Pupuk organik padat umumnya berasal dari biomassa tumbuhan yang dicacah ringan kemudian ditambahkan mikroorganisme untuk mempercepat pengomposan, sementara POC dihasilkan melalui fermentasi atau ekstraksi bahan organik yang diberi tambahan air dan umumnya diaplikasikan melalui daun atau disebut pupuk cair foliar

(Karyanto *et al.* 2022). Meskipun lebih ramah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan, efektivitas pupuk organik dipengaruhi oleh kualitas bahan baku dan proses pengolahannya.

Tumbuhan memiliki potensi besar sebagai bahan baku pupuk organik karena biomassa tanaman mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Mandasari *et al.* 2025). Di Indonesia, ketersediaan biomassa tumbuhan relatif melimpah, baik dari limbah pertanian, tanaman liar, gulma, maupun tanaman air yang belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, batang, buah, dan sisa biomassa atau ampas, dapat diolah menjadi pupuk organik. Beberapa tumbuhan yang umum dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik antara lain daun Gamal (*Gliricidia sepium*) (Novriani 2016), Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) (Pandi *et al.* 2023), dan Titonia (*Tithonia diversifolia*) (Sholihah *et al.* 2020). Sementara itu, menurut Ahmad *et al.* (2022), pemanfaatan daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) sebagai POC dengan konsentrasi 60% dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada terong ungu (*Solanum melongena*) dan bawang merah (*Allium cepa*).

Meskipun pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan baku pupuk organik telah banyak dilaporkan, informasi terkait jenis dan bagian tumbuhan yang dimanfaatkan di Indonesia belum banyak dikompilasi secara sistematis. Kondisi ini menyebabkan informasi mengenai potensi biomassa tumbuhan lokal untuk pupuk organik masih bersifat parsial dan sulit digunakan sebagai rujukan komprehensif. Tujuan review ini adalah untuk menghimpun informasi berbagai tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik di Indonesia berdasarkan jenis, bagian yang digunakan, dan bentuk pupuk yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

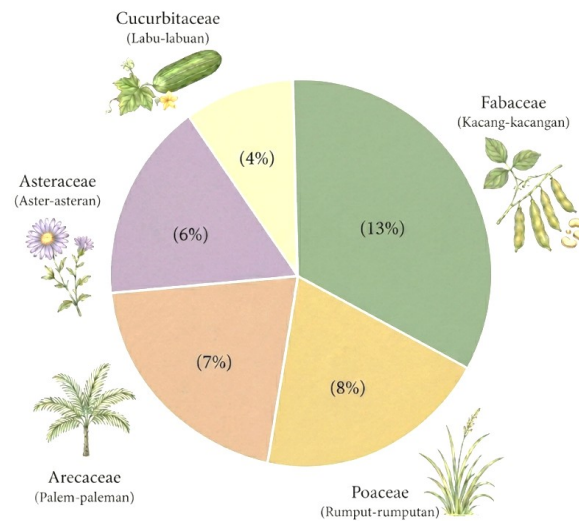
Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan memanfaatkan data sekunder yang berasal dari publikasi ilmiah terkait pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan baku pupuk organik di Indonesia (Crowther *et al.* 2010; Sauer & Seuring 2023). Literatur diperoleh melalui penelusuran pada basis data ilmiah Google Scholar, Scopus, Researchgate, dan Elicit menggunakan kata kunci *organic fertilizer*, *liquid organic fertilizer*, *pupuk organik cair (POC)*, dan *pupuk hijau*. Artikel yang tidak memuat informasi spesifik terkait pemanfaatan tumbuhan sebagai pupuk organik atau memiliki data yang tidak lengkap dikeluarkan dari analisis. Data yang diperoleh kemudian dikompilasi dan dianalisis secara deskriptif dengan mengelompokkan informasi berdasarkan jenis tumbuhan, bagian tanaman yang digunakan, dan kategori pupuk organik yang dihasilkan (pupuk padat dan cair)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Famili Tumbuhan sebagai Bahan Pupuk Organik di Indonesia

Hasil *literature review* menunjukkan sebanyak 100 spesies tumbuhan telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik di Indonesia. Daftar komprehensif mengenai nama spesies, famili, bagian yang digunakan, dan jenis pupuk yang dihasilkan dari masing-masing tumbuhan tersebut disajikan secara terpisah pada Tabel S1 (*Supplementary Material*). Secara keseluruhan, terdapat 47 famili tumbuhan yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai pupuk organik dan telah diaplikasikan pada berbagai tanaman uji. Temuan ini menunjukkan bahwa

keanekaragaman hayati di Indonesia memiliki potensi yang besar untuk menjadi sumber bahan organik pupuk ramah lingkungan.



Gambar 1. Lima famili tumbuhan dominan sebagai bahan baku pupuk organik di Indonesia

Berdasarkan analisis distribusi taksonomi, pemanfaatan tumbuhan sebagai pupuk organik didominasi oleh lima famili tumbuhan utama (Gambar 1). Famili Fabaceae menjadi kelompok yang paling banyak digunakan dengan kontribusi sebesar 13% dengan contoh spesies *Acacia mangium*, *Leucaena leucocephala*, dan *Gliricidia sepium* (Djukri 2005; Novriani 2016; Pandi *et al.* 2023); diikuti oleh Poaceae (8%) dengan contoh spesies *Saccharum officinarum*, *Cymbopogon nardus*, dan *Bambusa* sp. (Amelia *et al.* 2025; Juliadri 2025; Khosi'in *et al.* 2025); Arecaceae (7%) dengan contoh spesies *Elaeis guineensis*, *Nypa fruticans*, dan *Areca catechu* (Daryono & Alkas 2017; Alfikri *et al.* 2022; Mutaqin *et al.* 2023); Asteraceae (6%) dengan contoh spesies *Ageratum conyzoides*, *C. odorata*, dan *Tithonia diversifolia* (Murtalaksono *et al.* 2020; Sholihah *et al.* 2020; Ahmad *et al.* 2022); serta Cucurbitaceae (4%) dengan contoh spesies *Citrullus vulgaris*, *Cucumis melo*, dan *Momordica charantia* (Nugroho *et al.* 2021; Zubair *et al.* 2021; Siregar *et al.* 2024).

Dominansi pemanfaatan famili Fabaceae erat kaitannya dengan kemampuannya bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen bebas di atmosfer. Oleh sebab itu kandungan nitrogen sebagai salah satu unsur hara makro pada bagian tumbuhan ini cukup tinggi (Ianneta *et al.* 2016; Liu *et al.* 2022). Menurut Khosi'in *et al.* (2025), campuran pupuk organik dari daun putri malu (*Mimosa pudica*) dan gamal (*Gliricidia sepium*) mampu meningkatkan kandungan nitrogen dan kalium. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nopriyanti *et al.* (2020) yang menyatakan jika *M. pudica* berpotensi mengandung *Azotobacter* dan *Bacillus* sp. sebagai kelompok mikroorganisme pelarut fosfat dan kalium, oleh sebab itu pupuk dengan tambahan *M. pudica* memiliki kandungan C-Organik, nitrogen, dan kalium yang lebih tinggi.



Gambar 2. Beberapa jenis tumbuhan sebagai bahan pupuk organik di Indonesia. Dari kiri ke kanan *C. odorata*, *Melastoma malabathricum*, *Rhizophora apiculata*, dan *Punica granatum* (Sumber: Dokumen Pribadi)

Tingginya penggunaan spesies dari famili Poaceae dan Asteraceae disebabkan oleh faktor ketersediaan biomassa yang melimpah di alam. Beberapa tumbuhan dari kedua famili tersebut bahkan digolongkan sebagai gulma bagi tanaman budidaya, seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*), rumput gajah (*Cenchrus purpureus*), dan bandotan (*Ageratum conyzoides*). Limbah pertanian yang melimpah dari famili Poaceae seperti padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays*) yang diolah menjadi pupuk organik juga terbukti dapat meningkatkan kandungan unsur hara tanah dan pertumbuhan tanaman (Rifki *et al.* 2018; Herawati *et al.* 2020; Mariam & Insani 2025). Di sisi lain, meskipun persentasenya lebih rendah, pemanfaatan famili Arecaceae dan Cucurbitaceae menunjukkan adanya diversifikasi sumber bahan pupuk organik dari bagian limbah buah. Campuran pupuk dari kulit buah famili Cucurbitaceae, seperti semangka (*Citrullus vulgaris*) dan melon (*Cucumis melo*), terbukti meningkatkan kandungan unsur hara mikro dibandingkan tanpa campuran keduanya. Kandungan yang dihasilkan meliputi Fe 94.79 mg/kg, Cu 15.71 mg/kg, Mn 3.65 mg/kg, dan Zn 25.94 mg/kg (Siregar *et al.* 2024). Pemanfaatan limbah buah menjadi pupuk organik juga mampu mengurangi volume limbah dan meningkatkan kemudahan pembuatan pupuk organik dengan menurunkan biaya produksi (Zubair *et al.* 2021).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai pupuk organik di Indonesia juga menunjukkan adanya eksplorasi bahan-bahan yang relatif unik dan belum umum digunakan. Salah satu contohnya adalah buah maja (*Aegle marmelos*) yang diketahui mengandung nitrogen sebesar 12.91 mL/L, magnesium 110 mL/L, kalium 1.96 mL/L, fosfor 80.25 mL/L, dan besi 0.79 mg/L sehingga dinilai berpotensi sebagai sumber nutrisi bagi tanaman (Bariyyah *et al.* 2015; Serdani *et al.* 2020). Berdasarkan kandungan tersebut, Sari *et al.* (2022) merekomendasikan pemanfaatan buah maja sebagai bahan baku POC. Selain itu, limbah kulit durian (*Durio zibethinus*) juga menunjukkan potensi sebagai bahan pupuk organik karena mengandung unsur hara yang cukup baik setelah dikomposkan. Menurut Fauzi & Puspitawati (2017), kompos kulit durian memiliki kandungan C-organik sebesar 14.6%, difosfor pentana P_2O_5 0.16%, nitrogen 1.69%, dan kalium oksida 1.20%, serta terbukti efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kubis hijau. Kulit durian juga berpotensi digunakan sebagai bahan pembenah tanah melalui proses pirolisis menjadi biochar atau arang, yaitu material kaya karbon hasil dekomposisi termal biomassa pada kondisi oksigen terbatas dengan suhu kurang dari 700°C (Kusumaningtyas & Syah 2020). Temuan ini menunjukkan bahwa optimalisasi biomassa tumbuhan lokal termasuk yang belum lazim dimanfaatkan dapat menjadi strategi alternatif dalam pengembangan pupuk organik.



Gambar 3. Grafik jenis bagian tumbuhan yang digunakan sebagai pupuk (kiri) dan perbandingan bentuk pupuk dari analisis 100 spesies (kanan)

Karakteristik Bentuk Pupuk

Pemanfaatan tumbuhan sebagai POC (56 spesies) lebih tinggi dibandingkan pupuk organik padat (44 spesies) dari keseluruhan spesies yang dianalisis (Gambar 3). Menurut Aditya & Permatasari (2023), POC lebih banyak digunakan karena kandungan unsur hara di dalamnya dinilai lebih tersedia dan mudah diserap oleh tumbuhan. POC juga dapat diaplikasikan melalui daun (*foliar fertilizer*), sehingga mengurangi kehilangan hara di tanah akibat terbawa air (*leaching*) dan meningkatkan efektivitas pemupukan (Sutanto 2015; Susetyo *et al.* 2002). Sebaliknya, pupuk organik padat memiliki karakteristik dalam melepaskan unsur hara secara bertahap melalui proses dekomposisi, sehingga ketersediaannya lebih stabil tetapi lambat diserap oleh tumbuhan (Haryanta *et al.* 2022; Riddech *et al.* 2025). Menurut penelitian Sianturi *et al.* (2023), pemberian pupuk padat dan POC pada tanaman terong (*S. melongena*) menunjukkan respon yang berbeda, pemberian POC berpengaruh nyata terhadap panjang buah, sementara pemberian pupuk padat berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing jenis pupuk memiliki mekanisme kerja yang berbeda dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Faktor keberhasilan pemupukan sangat dipengaruhi oleh sifat tanah, ketersediaan unsur hara, kondisi lingkungan, dan sistem pengelolaan lahan (Barlóg *et al.* 2022; Han *et al.* 2022).

Pembuatan pupuk organik padat dan POC pada umumnya dilakukan melalui prinsip fermentasi (Amalia *et al.* 2024; Senevirathne & Kaparaju 2025). Proses ini diawali dengan pencacahan bahan baku untuk memperluas permukaan substrat sehingga mempercepat aktivitas dekomposisi. Selanjutnya, bahan ditambahkan starter seperti EM4 yang mengandung mikroba dekomposer untuk mempercepat proses penguraian senyawa organik menjadi unsur hara yang lebih sederhana (Aditya *et al.* 2022; Chairunnisak 2024). Campuran kemudian ditutup rapat untuk menciptakan kondisi fermentatif yang mendukung aktivitas mikroba, pengadukan secara berkala dilakukan sebagai bentuk aerasi untuk menjaga ketersediaan oksigen dan meratakan distribusi

mikroorganisme (Karyanto *et al.* 2022). Dalam prosesnya, beberapa bahan pendukung seperti air, sekam halus (dedak), gula pasir, gula aren, air kelapa, urin ternak, dan air cucian beras (terutama untuk pembuatan POC) sengaja ditambahkan sebagai sumber energi mikroba (Widyastuti & Lovakusuma 2017; Marjenah *et al.* 2017; Ismail *et al.* 2022; Sacita & Rahman 2023; Mariam & Insani 2025). Kombinasi bahan dan perlakuan tersebut bertujuan untuk meningkatkan efektivitas fermentasi sehingga menghasilkan pupuk organik yang kaya unsur hara dan mudah diserap oleh tanaman (Destro *et al.* 2019; Tzavaras *et al.* 2022).



Gambar 4. Tahap pembuatan pupuk organik secara garis besar melalui teknik fermentasi
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Keragaman Bagian Tumbuhan sebagai Bahan Pupuk Organik

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan pupuk organik melibatkan 15 bagian tanaman yang berbeda (Gambar 2). Keragaman bagian tanaman tersebut menunjukkan bahwa hampir seluruh komponen biomassa tumbuhan memiliki potensi sebagai sumber unsur hara. Daun menjadi bagian yang paling banyak digunakan (50 spesies), faktor ini disebabkan karena tingkat dekomposisi daun cenderung lebih cepat dibandingkan bagian tanaman lainnya. Laju dekomposisi daun selama proses fermentasi akan meningkat seiring dengan tingginya jumlah nitrogen dan fosfor di dalamnya, sementara laju dekomposisi akan menurun apabila kandungan lignin dalam daun lebih mendominasi (Luo *et al.* 2017).

Tabel 1. Daftar tumbuhan sebagai bahan pupuk organik padat dan cair di Indonesia.

No	Spesies	Bagian yang Digunakan	Famili	Jenis		Sumber
				Padat	Cair	
1	<i>Acacia mangium</i>	Daun	Fabaceae	✓		Djukri (2005)
2	<i>Aegle marmelos</i>	Buah	Rutaceae		✓	Sari et al. (2022)
3	<i>Ageratum conyzoides</i>	Daun	Asteraceae		✓	Murtalaksono et al. (2020)
4	<i>Albizia saman</i>	Daun	Fabaceae		✓	Munir & Swasono (2017)
5	<i>Allium cepa</i>	Kulit Umbi	Amaryllidaceae	✓		Banu (2020)
6	<i>Allium fistulosum</i>	Daun	Liliaceae		✓	Jupri et al. (2024)
7	<i>Aloe vera</i>	Limbah Daun	Asphodelaceae		✓	Amuro et al. (2021)
8	<i>Anacardium occidentale</i>	Kulit Biji, Buah	Anacardiaceae		✓	Humaira et al. (2024)
9	<i>Ananas comosus</i>	Kulit Buah	Bromeliaceae		✓	Ramadani et al. (2019)
10	<i>Apium graveolens</i>	Daun, Batang	Apiaceae		✓	Azzahra et al. (2026)

No	Spesies	Bagian yang Digunakan	Famili	Jenis	Sumber
11	<i>Archidendron pauciflorum</i>	Kulit Buah	Fabaceae	✓	Mutaqin et al. (2023)
12	<i>Areca catechu</i>	Kulit Buah	Arecaceae	✓	Ismail et al. (2022)
13	<i>Arenga pinnata</i>	Limbah Kulit Buah	Palmaceae	✓	Rohman et al. (2023)
14	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Kulit Buah	Moraceae	✓	Aini (2011)
15	<i>Azadiracta indica</i>	Limbah Biji	Meliaceae	✓	Ulfa et al. (2023)
16	<i>Azolla pinnata</i>	Seluruh Bagian	Azollaceae	✓	Khosi'in et al. (2025)
17	<i>Bambusa</i> sp.	Daun	Poaceae	✓	Solle et al. (2022)
18	<i>Borassus flabeliber</i>	Buah	Arecaceae	✓	Dhairabi et al. (2022)
19	<i>Borreria alata</i>	Daun	Rubiaceae	✓	Walunguru & Mone (2025)
20	<i>Brassica juncea</i>	Daun	Brassicaceae	✓	Chairunnisak et al. (2024)
21	<i>Brassica oleracea</i>	Daun	Brassicaceae	✓	Andini et al. (2024)
22	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Daun	Fabaceae	✓	Harwinando et al. (2023)
23	<i>Calystegia sepium</i>	Daun, Batang	Convolvulaceae	✓	Insani et al. (2025)
24	<i>Carica papaya</i>	Daun	Caricaceae	✓	Ahmad et al. (2022)
25	<i>Cenchrus purpureus</i>	Daun	Poaceae	✓	Zubair et al. (2021)
26	<i>Chromolaena odorata</i>	Seluruh Bagian	Asteraceae	✓	Saragih et al. (2020)
27	<i>Citrullus vulgaris</i>	Kulit Buah, Daging Buah	Cucurbitaceae	✓	Sacita & Rahman (2023)
28	<i>Citrus</i> sp.	Kulit Buah	Rutaceae	✓	Saputra et al. (2024)
29	<i>Clidemia hirta</i>	Daun	Melastomataceae	✓	Wardani et al. (2016)
30	<i>Cocos nucifera</i>	Limbah Buah	Palmaceae	✓	Siregar et al. (2024)
31	<i>Coffea arabica</i>	Limbah Biji	Rubiaceae	✓	Dewi et al. (2016)
32	<i>Crotalaria juncea</i>	Daun	Fabaceae	✓	Juliadri (2025)
33	<i>Cucumis melo</i>	Kulit Buah	Cucurbitaceae	✓	Amaliah & Sari (2022)
34	<i>Curcuma longa</i>	Rimpang	Zingiberaceae	✓	Rinaldi (2024)
35	<i>Cymbopogon nardus</i>	Limbah Daun	Poaceae	✓	Kusumaningtyas & Syah (2023)
36	<i>Cyperus rotundus</i>	Daun	Cyperaceae	✓	Juliani et al. (2017)
37	<i>Dicranopteris linearis</i>	Daun	Gleicheniaceae	✓	Daryono & Alkas (2017)
38	<i>Durio zibethinus</i>	Kulit Buah	Malvaceae	✓	Novriani (2016)
39	<i>Eichhornia crassipes</i>	Daun	Pontederiaceae	✓	Munarti et al. (2025)
40	<i>Elaeis guineensis</i>	Pelepah, Daun	Arecaceae	✓	Arifin et al. (2020)
41	<i>Gliricidia sepium</i>	Batang, Daun	Fabaceae	✓	Septiarini (2022)
42	<i>Glycine max</i>	Kulit Biji	Fabaceae	✓	Marjenah et al. (2017)
43	<i>Helianthus annuus</i>	Kulit Biji	Asteraceae	✓	Karyanto et al. (2022)
44	<i>Hevea brasiliensis</i>	Daun	Euphorbiaceae	✓	Pandi et al. (2023)
45	<i>Hylocereus costaricensis</i>	Kulit Buah	Cactaceae	✓	Umar (2023)
46	<i>Imperata cylindrica</i>	Seluruh Bagian	Poaceae dan Musaceae	✓	Riono et al. (2025)
47	<i>Ipomoea aquatica</i>	Daun, Batang	Convolvulaceae	✓	Widyastuti & Lovakusuma (2017)

48	<i>Kaempferia galanga</i>	Rimpang	Zingiberaceae	✓	Aditya et al. (2022)
49	<i>Leucaena leucocephala</i>	Daun	Fabaceae	✓	Siregar et al. (2024)
50	<i>Limnocharis flava</i>	Daun	Butomaceae	✓	Yuningsih et al. (2024)
51	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Seluruh Bagian	Onagraceae	✓	Tetelay et al. (2024)
52	<i>Malus</i> sp.	Buah	Rosaceae	✓	Amalia et al. (2024)
53	<i>Mangifera indica</i>	Daun	Anacardiaceae	✓	Rosalina & Febriadi (2019)
54	<i>Mangifera</i> sp.	Kulit Buah	Anacardiaceae	✓	Nugroho et al. (2021)
55	<i>Manihot esculenta</i>	Daun, Kulit Umbi	Euphorbiaceae	✓	Hasibuan et al. (2024)
56	<i>Melaleuca cajuput</i>	Limbah Daun	Fabaceae	✓	Astari (2025)
57	<i>Melastoma malabathricum</i>	Daun	Melastomataceae	✓	Putri et al. (2022)
58	<i>Merremia peltata</i>	Daun	Convolvulaceae	✓	Aulady et al. (2024)
59	<i>Metroxylon sagu</i>	Batang	Arecaceae	✓	Al Rabiwal (2022)
60	<i>Mikania micrantha</i>	Daun	Asteraceae	✓	Dzakiy et al. (2013)
61	<i>Mimosa pudica</i>	Semua Bagian	Fabaceae	✓	Armaniar et al. (2023)
62	<i>Momordica charantia</i>	Biji	Cucurbitaceae	✓	Anwar et al. (2021)
63	<i>Moringa oleifera</i>	Daun	Moringaceae	✓	Alfikri et al. (2022)
64	<i>Muntingia calabura</i>	Daun	Muntingiaceae	✓	Herawati et al. (2020)
65	<i>Musa paradisiaca</i>	Kulit Buah	Musaceae	✓	Wowor et al. (2019)
66	<i>Musa</i> sp.	Batang, Kulit Buah	Musaceae	✓	Sebayang et al. (2010)
67	<i>Nelumbo nucifera</i>	Daun	Nelumbonaceae	✓	Santi (2010)
68	<i>Nephelium lappaceum</i>	Kulit Buah	Sapindaceae	✓	Amelia (2017)
69	<i>Nephrolepis</i> sp.	Daun	Nephrolepidaceae	✓	Muhammad et al. (2018)
70	<i>Nicotiana tabacum</i>	Batang	Solanaceae	✓	Damayanti et al. (2024)
71	<i>Nypa fruticans</i>	Daun, Pelepah	Arecaceae	✓	Yadi et al. (2021)
72	<i>Oryza sativa</i>	Kulit Buah, Batang	Poaceae	✓	Sari et al. (2017)
73	<i>Palaquium obtusifolium</i>	Daun	Sapotaceae	✓	Amelia et al. (2025)
74	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Buah	Fabaceae	✓	Djukri (2005)
75	<i>Pistia stratiotes</i>	Daun	Araceae	✓	Sari et al. (2022)
76	<i>Pogostemon cablin</i>	Limbah Daun	Lamiaceae	✓	Murtalaksono et al. (2020)
77	<i>Pometia pinnata</i>	Daun	Sapindaceae	✓	Munir & Swasono (2017)
78	<i>Psidium guajava</i>	Buah	Myrtaceae	✓	Banu (2020)
79	<i>Pterocarpus indicus</i>	Daun	Fabaceae	✓	Jupri et al. (2024)
80	<i>Punica granatum</i>	Kulit Buah	Punicaceae	✓	Amuro et al. (2021)
81	<i>Pyrus</i> sp.	Buah	Rosaceae	✓	Humaira et al. (2024)
82	<i>Rhizophora apiculata</i>	Daun	Rhizophoraceae	✓	Ramadani et al. (2019)
83	<i>Saccharum officinarum</i>	Kulit Batang	Poaceae	✓	Azzahra et al. (2026)

84	<i>Salacca zalacca</i>	Buah	Arecaceae	✓	Mutaqin et al. (2023)
85	<i>Salvinia molesta</i>	Seluruh Bagian	Salviniaceae	✓	Ismail et al. (2022)
86	<i>Solanum lycopersicum</i>	Buah	Solanaceae	✓	Rohman et al. (2023)
87	<i>Sonneratia alba</i>	Daun	Lythracea	✓	Aini (2011)
88	<i>Sorghum</i> sp.	Limbah Kulit Biji	Poaceae	✓	Ulfa et al. (2023)
89	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Daun	Asteraceae	✓	Khosi'in et al. (2025)
90	<i>Swietenia macrophylla</i>	Daun	Meliaceae	✓	Solle et al. (2022)
91	<i>Syzygium aromaticum</i>	Limbah Bunga, Limbah Daun	Myrtaceae	✓	Dhairubi et al. (2022)
92	<i>Tectona grandis</i>	Daun	Lamiaceae	✓	Walunguru & Mone (2025)
93	<i>Terminalia catappa</i>	Daun	Combretaceae	✓	Chairunnisak et al. (2024)
94	<i>Theobroma cacao</i>	Kulit Buah	Malvaceae	✓	Andini et al. (2024)
95	<i>Tithonia diversifolia</i>	Daun	Asteraceae	✓	Harwinando et al. (2023)
96	<i>Vigna radiata</i>	Buah	Fabaceae	✓	Insani et al. (2025)
97	<i>Vitis aestivalis</i> var. <i>bicolor</i>	Daun, Batang	Vitaceae	✓	Ahmad et al. (2022)
98	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Daun, Batang	Araceae	✓	Zubair et al. (2021)
99	<i>Zea mays</i>	Limbah Buah	Poaceae	✓	Saragih et al. (2020)
100	<i>Zingiber officinale</i>	Rimpang	Zingiberaceae	✓	Sacita & Rahman (2023)

Pemanfaatan berbagai bagian tanaman, termasuk limbah pertanian, menunjukkan adanya upaya optimalisasi residu biomassa yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal (Tabel 1). Pada kasus pemanfaatan limbah (daun, batang, buah, biji), proses dekomposisi dinilai lebih cepat karena pada umumnya limbah memiliki struktur jaringan yang lebih sederhana, masih mengandung unsur hara yang tinggi, tetapi mengandung senyawa metabolisme sekunder yang rendah (Hussain *et al.* 2023). Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa berbagai bagian tumbuhan pada dasarnya berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik padat maupun cair, meskipun efektivitasnya dapat dipengaruhi oleh kandungan hara makro-mikro, rasio C/N, dan lignin yang kemudian menentukan kecepatan dekomposisi serta pelepasan unsur hara (Boehm *et al.*, 2025; Zhao *et al.*, 2025).

Pemanfaatan biji sebagai bahan pupuk organik di Indonesia masih relatif terbatas. Contoh utama pupuk berbahan baku biji hanya ditemukan pada biji pare (*Momordica charantia*) serta limbah biji kopi (*Coffea* sp.). Sementara buah jambu mede (*Anacardium occidentale*) dan kedelai (*Glycine max*) hanya dimanfaatkan kulit bijinya saja (Humaira *et al.* 2024; Munarti *et al.* 2025). Meskipun tidak umum digunakan, penggunaan biji pare justru menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam mendukung proses pengomposan. Menurut Nugroho *et al.* (2021), biji pare yang difermentasi menggunakan bioaktivator EM4 atau air nanas dilaporkan mampu menghasilkan embrio pengurai yang dapat dimanfaatkan sebagai aktivator kompos. Pemanfaatan embrio pengurai tersebut terbukti mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik, khususnya limbah sayuran rumah tangga. Di sisi lain, limbah biji kopi yang dikombinasikan dengan bahan organik lain (jerami dan limbah baglog jamur) menunjukkan hasil positif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Aplikasi campuran tersebut dilaporkan mampu meningkatkan tinggi tanaman hingga

27.66%, bobot 1.000 butir padi 16.84%, jumlah anakan produktif 50%, dan bobot gabah kering panen 64.45% dibandingkan perlakuan kontrol (Saputra *et al.* 2024).

KESIMPULAN

Hasil *literature review* menunjukkan terdapat 100 spesies dari 47 famili tumbuhan telah dimanfaatkan sebagai sumber bahan pupuk organik padat dan POC di Indonesia. Pemanfaatan tersebut didominasi oleh famili Fabaceae (13%), Poaceae (8%), Arecaceae (7%), Asteraceae (6%), dan Cucurbitaceae (4%). Bentuk pupuk organik POC lebih banyak dimanfaatkan dibandingkan pupuk organik padat. Proses pembuatan kedua jenis pupuk umumnya dilakukan melalui fermentasi dengan bantuan bioaktivator untuk meningkatkan efektivitas dekomposisi dan ketersediaan unsur hara. Terdapat 15 bentuk atau jenis bagian tumbuhan yang digunakan sebagai bahan baku pupuk organik, didominasi bagian daun, buah, kulit buah, dan batang. Selain memanfaatkan bagian tanaman segar, bentuk tumbuhan sebagai produk sampingan atau limbah juga tetap dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik. Secara keseluruhan, hasil kajian ini menegaskan bahwa tingginya keanekaragaman tumbuhan di Indonesia merupakan sumber daya hayati yang prospektif untuk pengembangan pupuk organik ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, H. F., et al. 2022. Pemanfaatan dan pengelolaan sampah daun mangga sebagai pupuk kompos di Desa Oro-Oro Ombo, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan. *Batara Wisnu Journal: Indonesian Journal of Community Services*. 2(1). <https://doi.org/10.53363/bw.v2i1.65>
- Aditya, H. F., Permatasari, F. D. 2023. Effect of different doses of liquid organic fertilizer on the growth of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Applied Plant Technology*. 2(2):128–135. <https://doi.org/10.30742/japt.v2i2.109>
- Ahmad, J., et al. 2022. Potential of Siam weed (*Chromolaena odorata*) as fertilizer and liquid pesticide and its applications to increase crop production. *Jurnal Biologi Tropis*. 22(2): 415–424. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3108>
- Ahmad, J., Lamangantjo, C. J., Uno, W. D., Husain, I. H. 2022. Potential of Siam weed (*Chromolaena odorata*) as fertilizer and liquid pesticide and its applications to increase crop production. *Jurnal Biologi Tropis*. 22(2): 415–424. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3108>
- Aini, H. N. 2011. Pengaruh mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) sebagai pelapis pupuk NPK terhadap populasi bakteri pengoksidasi nitrit dan N terlindi di tanah pasir pada berbagai lama inkubasi (Tesis). Program Studi Magister Ilmu Tanah, Universitas Gadjah Mada.
- Al Rabiwal, M. R. 2022. Respon tanaman selada hijau (*Lactuca sativa* L.) terhadap pupuk kompos terbuat dari seresah tumbuhan lotus (*Nelumbo nucifera*) (Skripsi). Skripsi. Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Sriwijaya.
- Alfikri, Oramahi, H. A., & Muflihati. 2022. Pemanfaatan nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) oleh masyarakat Desa Sepuk Laut Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Lingkungan Hutan Tropis*. 1(1): 294–301.
- Alfikri, Oramahi, H. A., Muflihati. 2022. Pemanfaatan nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) oleh masyarakat Desa Sepuk Laut Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Lingkungan Hutan Tropis*. 1(1): 294–301.

- Amalia, N., et al. 2024. Pemanfaatan tumbuhan mantangan (*Merremia peltata* (L.) Merrill) sebagai pupuk organik padat pada pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) (sebagai penunjang materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan). *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*. 12(1): 7–15. <http://dx.doi.org/10.25157/jpb.v12i1.12759>
- Amaliah, N. W., Sari, N. I. 2022. Pengaruh ekstrak rumput teki (*Cyperus rotundus*) terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata*). *Celebes Biodiversitas*. 5(1): 58–66. <https://doi.org/10.51336/cb.v5i1.306>
- Amelia, G. A. P. 2017. Kualitas pupuk organik cair dari limbah buah jambu biji (*Psidium guajava* L.), pisang mas (*Musa paradisiaca* L. var. mas) dan pepaya (*Carica papaya* L.) (Skripsi). Program Studi Biologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Amelia, N., Arifin, M., & Priyadarshin, R. 2025. Availability and utilization of organic waste: A study on the potential of sugarcane bagasse and tofu waste as raw materials for liquid organic fertilizer. *Engineering and Technology Journal*. 10(7): 5709–5712.
- Amelia, N., Arifin, M., Priyadarshin, R. 2025. Availability and utilization of organic waste: A study on the potential of sugarcane bagasse and tofu waste as raw materials for liquid organic fertilizer. *Engineering and Technology Journal*. 10(7): 5709–5712. <https://doi.org/10.47191/etj/v10i07.18>
- Amuro, G., Banu, L. S., Sholihah, S. M. 2021. Aplikasi dosis pupuk cair limbah lidah buaya terhadap pertumbuhan dan produksi kailan. *Jurnal Ilmiah Respati*. 12(1): 45–52. <https://doi.org/10.52643/jir.v9i2.292>
- Andini, R. Z., et al. 2024. Perbedaan jenis pupuk hijau berbahan dasar gulma *Imperata cylindrica*, *Vitis aestivalis* var. *bicolor*, *Calystegia sepium* L terhadap komponen hasil kacang bambara (*Vigna subterranea* (L)). *Jurnal Tropicrops*. 7(1): 37–45.
- Anwar, M., Murah, & Zainuddin, M. 2021. Identifikasi manfaat limbah batang tembakau di Kabupaten Lombok Timur (pengelolaan limbah pertanian dengan konsep eco-farming). *Journal Ilmiah Rinjani (JIR)*. 9(2). <https://doi.org/10.53952/jir.v9i2.331>
- Arifin, I., Afifah, Y. N., Sari, W. I. P. 2020. Pemanfaatan limbah kulit biji bunga matahari (*Helianthus annuus*) sebagai pupuk organik. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*. 2(2): 165. <https://doi.org/10.33512/jipt.v2i2.10135>
- Armaniar, Sulardi, S., Wibowo, F., & Manik, M. S. 2023. Response of liquid organic fertilizer application from sword fern weeds and goat manure on growth and production of green beans (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*. 9(3): 717–726. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v9i3.5089>
- Astari, A. 2025. Pemanfaatan daun kersen (*Muntingia calabura* L.) sebagai pupuk organik cair (POC) dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan sawi hijau (*Brassica juncea* L.) (Skripsi). Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa.
- Aulady, N. A., Sularno, Rosdiana, Putri, D., & Wulandari, Y. A. 2024. Pengaruh pembelian POC pisang kepok terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 9(1): 30–35. <https://doi.org/10.24853/jat.9.1.30-35>
- Azzahra, F., et al. 2026. Pemanfaatan limbah kulit jengkol sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agrotek*. 10(1). <https://doi.org/10.33096/agrotek.v10i1.1174>

- Badan Pusat Statistik. 2024. Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023 – Tahap II: Indikator Tujuan Pembangunan Berkelanjutan serta Indikator World Census of Agriculture (WCA). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Banu, L. S. 2020. Review: Pemanfaatan limbah kulit bawang merah dan ampas kelapa sebagai pupuk organik terhadap pertumbuhan beberapa tanaman sayuran. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11(2): 137–144. <https://doi.org/10.52643/jir.v11i2.1125>
- Bariyyah, K. H., Suparjono, S., Usmadi. 2015. Pengaruh kombinasi komposisi media organik dan konsentrasi nutrisi terhadap daya hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Planta Tropika: Journal of Agro Science*. 3(2): 67–73.
- Barlóg, P., Grzebisz, W., Łukowiak, R. 2022. Fertilizers and fertilization strategies mitigating soil factors constraining efficiency of nitrogen in plant production. *Plants*. 11(14): 1855. <https://doi.org/10.3390/plants11141855>
- Boehm, C., Schaub, M., Langhof, M., Grünewald, H. 2025. Litter decomposition and nutrient release dynamics in two temperate agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 99: 223. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01325-2>
- Chairunnisak, Yefriwati, Darmansyah. 2024. Pemanfaatan berbagai bahan organik sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair (POC). *Jimanggis*. 5(2). <https://doi.org/10.48093/jimanggis.v5i2.256>
- Crowther, M., Lim, W., Crowther, M. A. 2010. Systematic review and meta-analysis methodology. *Blood*. 116(17): 3140–3146. <https://doi.org/10.1182/blood-2010-05-280883>
- Dahlan, A., Putri, D. D. 2025. Optimalisasi kebijakan subsidi pupuk organik dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Cemara: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 22(1): 11–22. <https://doi.org/10.24929/fp.v22i1.4270>
- Damayanti, A., et al. 2024. A critical review on tropical fruits peels as eco enzyme: A case of Indonesian exotic fruits. *E3S Web of Conferences*. 576: 04005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457604005>
- Daryono, T., Alkas, T. R. 2017. Pemanfaatan limbah pelepah dan daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) sebagai pupuk kompos. *Jurnal Hutan Tropis*. 5(3): 58–66. <https://dx.doi.org/10.20527/jht.v5i3.4785>
- Destro, T. M., et al. 2019. Organic brown sugar and jaboticaba pulp influence on water kefir fermentation. *Ciência e Agrotecnologia*. 43: e005619. <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943005619>
- Dewi, N. K., Kiswardianta, R. B., Huriawati, F. 2016. Pemanfaatan serasah lamun (seagrass) sebagai bahan baku POC (pupuk organik cair). *Proceeding Biology Education Conference*. 13(1): 649–652.
- Dhairobi, A., Sakiah, S., Guntoro, G. 2022. Pemanfaatan gulma berdaun lebar sebagai bahan baku kompos pelet dan kompos curah dengan durasi pengomposan yang berbeda. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 1(1): 1–6. <https://doi.org/10.56211/tabela.v1i1.94>
- Dincă, L. C., Grenni, P., Oneț, C., Oneț, A. 2022. Fertilization and soil microbial community: A review. *Applied Sciences*. 12(3): 1198. <https://doi.org/10.3390/app12031198>
- Djukri. 2005. Pengomposan dan efek kompos serasah daun *Acacia mangium* L. terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah. *INOTEKS: Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni*. <https://doi.org/10.21831/ino.v9i2.5244>
- Dzakiy, M. A., et al. 2013. Pemanfaatan limbah tanaman rambutan sebagai pupuk dan sirup di Kelurahan Ngadirgo Mijen Semarang. *Lembaga Penelitian dan*

- Pengabdian kepada Masyarakat, IKIP PGRI Semarang.
<https://doi.org/10.26877/e-dimas.v4i1.489>
- Fauzi, A. R., Puspitawati, D. 2017. Pemanfaatan kompos kulit durian untuk mengurangi dosis pupuk N anorganik pada produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*). *Agrotrop*. 7(1): 22–30. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2017.v07.i01.p03>
- Han, Y., et al. 2022. Crop yield and nutrient efficiency under organic manure substitution fertilizer in a double cropping system: A 6-year field experiment. *Agronomy*. 12(9): 2047. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092047>
- Harwinando, R. G. et al. 2023. Pembuatan pupuk hijau organik dari daun pepaya sebagai penyubur lahan tani di Desa Monggol. *Jurnal Atma Inovasia (JAI)*. 3(3). <https://doi.org/10.24002/jai.v3i3.6056>
- Haryanta, D., Sa'adah, T. T., Thohiron, M. 2022. Physico-chemical characterization of liquid organic fertilizer from urban organic waste. *Chemical Engineering Transactions*. 96: 457–462. <https://doi.org/10.3303/CET2296077>
- Hasanah, W. E. A., et al. (2022). Produktivitas pupuk bokashi limbah penyulingan daun cengkeh untuk meningkatkan hasil panen sawi (*Brassica juncea* L.). *JPPNu (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Nusantara)*, 4(2).
- Hasibuan, J., Rizal, K., & Irmayani, D. 2024. Rancangan penyuluhan pemanfaatan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai pupuk organik cair pada tanaman tomat. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi*. 2(2): 141–149.
- Hayati, P. K. D., Sutoyo, & Prasetyo, T. B. 2018. Pengembangan ubi jalar berbasis pengelolaan limbah organik di Kota Padang. *Warta Pengabdian Andalas*. 25(1).
- Herawati, N., et al. 2020. Organic fertilizers increase yield of dragon fruit in Western Lombok, Indonesia. *Advances in Biological Sciences Research. Proceedings of the International Seminar on Promoting Local Resources for Sustainable Agriculture and Development*. <https://doi.org/10.2991/absr.k.210609.049>
- Humaira, A. F. et al. 2024. Sosialisasi dan pendampingan pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah jambu mete menggunakan metode ember bertumpuk. *Jurnal Wicara Desa*. 2(3). <https://doi.org/10.29303/wicara.v2i3.4078>
- Hussain, M. B., et al. 2023. Photodegradation and its effect on plant litter decomposition in terrestrial ecosystems: A systematic review. *Soil Systems*. 7(1): 6. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010006>
- Iannetta, P. P. M., et al. 2016. A comparative nitrogen balance and productivity analysis of legume and non-legume supported cropping systems: the potential role of biological nitrogen fixation. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1700. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01700>
- Imronsyah. 2021. Efektivitas serasah daun perepat (*Sonneratia alba*) sebagai pupuk organik dalam kultur (*Skeletonema costatum*) (Skripsi). Program Studi Akuakultur, Universitas Borneo Tarakan.
- Insani, A. N., Mariam, S., Sudarsono, M., Rustan, M. N. 2025. Optimalisasi fermentasi gulma sebagai pupuk organik cair ramah lingkungan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman pakan. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Tanaman Pakan*. 23(2): 123–131. <http://dx.doi.org/10.29244/jintp.23.2.123-131>
- Ismail, A. Y., Kosasih, D., Nurlaila, A. 2022. Peningkatan nilai tambah melalui pembuatan pupuk organik padat dan cair dari limbah kulit buah aren (*Arenga pinnata*). *Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 5(1): 33–37.

- Jawang, U. P., et al. 2025. Optimalisasi limbah sorgum lokal Sumba sebagai pupuk organik dan pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah. *Vegetalika*. 14(1): 72–82. <https://doi.org/10.22146/veg.99287>
- Juliadri. 2025. Pemanfaatan teknologi pengolahan limbah sereh wangi menjadi pupuk organik. *Jurnal Global Ilmiah*. 2(9). <https://doi.org/10.55324/jgi.v2i8.229>
- Juliani, R., Simbolon, R. F. R., Sitanggang, W. H., Aritonang, J. B. 2017. Pupuk organik enceng gondok dari Danau Toba. *JPKM*. 23(1). <https://doi.org/10.29080/alard.v7i1.1320>
- Juncal, M. J. L., et al. 2023. Towards nutrient neutrality: A review of agricultural runoff mitigation strategies and the development of a decision-making framework. *Science of The Total Environment*. 874: 162408. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162408>
- Jupri, A., et al. 2024. Pemanfaatan limbah sayuran menjadi pupuk organik cair (POC) di Desa Paok Pampang, Sukamulia, Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 7(2). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v7i2.7845>
- Juradi, M. A., Tando, E., & Suwitra, K. 2019. Inovasi teknologi pemanfaatan limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai pupuk organik ramah lingkungan. *Agroradix*. 2(2). <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v2i2.1586>
- Karyanto, S. A., Pungut, P., Widodo, W. 2022. Pupuk organik cair dari limbah sayur (kangkung, bayam, sawi). *Jurnal Teknik WAKTU*. 20(01): 49–54. <https://doi.org/10.36456/waktu.v20i01.5142>
- Khosi'in, H., Hidayat, N., Muhammad, Z., Haryanto, E. 2025. Evaluation of NPK fertilizer content derived from wild plant diversity. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 25(2): 493–509. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.493.509>
- Krismawati, A. 2009. Pemanfaatan *Salvinia* sebagai pupuk organik. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. <https://doi.org/10.47191/etj/v10i07.18>
- Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., Kumar, R. 2022. Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Sciences*. 3: 100094. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094>
- Kusumaningtyas, R. D., Syah, A. F. A. 2023. Conversion of durian shell agroindustrial waste into various valuable products to support food security during the COVID-19 new normal era: review. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 13(2): 124–129. <https://doi.org/10.20961/jthp.v13i2.43599>
- Lakitan, B. 2011. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Liu, Z., et al. 2022. Improved nitrogen utilization of faba bean (*Vicia faba* L.) roots and plant physiological characteristics under the combined application of organic and inorganic fertilizers. *Agriculture*. 12(12): 1999. <https://doi.org/10.3390/agriculture12121999>
- Luo, D., Cheng, R., Shi, Z., Wang, W. 2017. Decomposition of leaves and fine roots in three subtropical plantations in China affected by litter substrate quality and soil microbial community. *Forests*. 8(11): 412. <https://doi.org/10.3390/f8110412>
- Mandasari, W., et al. 2025. Production of liquid organic fertilizer from pineapple peel waste using EM4 as a bioactivator. *Fullerene Journal of Chemistry*. 10(2): 72–80.
- Mariam, M., Insani, A. N. 2025. Potential for developing liquid organic fertilizer from agricultural, plantation, and livestock waste through ecodesign. *Hasanuddin Journal of Animal Science*. 6(2): 114–125. <https://doi.org/10.20956/hajas.v6i2.40596>

- Marjenah, et al. 2017. Pemanfaatan limbah kulit buah-buahan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair. *Jurnal Hutan Tropis*. 1(2): 120–127.
- Muhammad, F. I., et al. 2018. Pemanfaatan daun angkana (*Pterocarpus indicus*) sebagai mikroorganisme lokal (MOL) dalam pembuatan pupuk organik cair dari sampah daun kering TPST UNDIP dengan variasi frekuensi pengadukan. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Munarti, Kurniasih, S., Prasaja, D., Kurniawan, A. 2025. Aplikasi pupuk organik cair limbah kulit ari kedelai terhadap pertumbuhan dan produksi pakcoy (*Brassica rapa* L.). *CASSOWARY*. 8(1): 31–39.
- Munir, M., dan Swasono, M. A. H. 2017. Potensi pupuk hijau organik (daun trembesi, daun paitan, daun lantoro) sebagai unsur kestabilan kesuburan tanah. *Agromix*. 3(2). <https://doi.org/10.35891/AGX.V3I2.750>
- Murtalaksono, A., Rika, Hendrawan. 2020. Pengaruh pupuk organik cair babadotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap pertumbuhan vegetatif akar hanjeli (*Coix lacryma-jobi*). *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*. 4(2): 164–170. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v4i2.378>
- Mutaqin, Z., et al. 2023. The effect of areca nut husk compost and urea fertilizer on the growth of areca nut (*Areca catechu* L.) seedlings in peat soil media. *Journal of Tropical Soils*. 28(2): 115–122. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v24i2.8583>
- Mutaqin, Z., Linda, L., Indrastuti, E., Solihin, E. 2023. The effect of areca nut husk compost and urea fertilizer on the growth of areca nut (*Areca catechu* L.) seedlings in peat soil media. *Journal of Tropical Soils*. 28(2): 115–122. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v24i2.8583>
- Nopriyanti, M., Rianto, F., Wasi'an. 2020. Kualitas pupuk organik cair plus berbahan dasar putri malu (*Mimosa pudica* Linn.) yang difermentasi dengan menggunakan beberapa jenis bioaktivator. *PARTNER*. 25(2): 1403–1414. <https://doi.org/10.35726/jp.v25i2.492>
- 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.
- Nugroho, Y. A., et al. 2021. Pemanfaatan limbah biji pare sebagai pupuk kompos pada UKM Sabillah Pidia. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*. 4(2). <https://doi.org/10.31328/js.v4i2.2918>
- Pandi, J. Y. S., Nopsagiarti, T., Okalia, D. 2023. Analisis C-organik, nitrogen, rasio C/N pupuk organik cair dari beberapa jenis tanaman pupuk hijau. *Jurnal Green Swarnadwipa*. 12(1): 146–152. <https://doi.org/10.24853/jat.5.1.11-18>
- Putri, A., Redaputri, A. P., & Rinova, D. 2022. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai pupuk menuju ekonomi sirkular (UMKM olahan pisang di Indonesia). *Jurnal Pengabdian UMKM*. 1(2). <https://doi.org/10.36448/jpu.v1i2.20>
- Putri, N. A., & Matarru, A. A. 2023. Pemanfaatan limbah daun ketapang menjadi pupuk organik cair untuk aplikasi tanaman bayam. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*. 7(4): 3690–3700. <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i4.16203>
- Ramadani, A. H., Rosalina, R., Ningrum, R. S. 2019. Pemberdayaan kelompok tani Dusun Puhrejo dalam pengolahan limbah organik kulit nanas sebagai pupuk cair eco-enzim. *Prosiding Seminar Nasional HAYATI VII*. <https://doi.org/10.29407/hayati.v6i1.328>

- Rasman, A., Theresia, E. S., Aginda, M. F. 2023. Analisis implementasi program food estate sebagai solusi ketahanan pangan Indonesia. *Holistic: Journal of Tropical Agriculture Sciences (HJTAS)*. 1(1): 36–68. <https://doi.org/10.61511/hjtas.v1i1.2023.183>
- Rhofita, E. I. 2022. Optimalisasi sumber daya pertanian Indonesia untuk mendukung program ketahanan pangan dan energi nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*. 28(1): 81–99. <https://doi.org/10.22146/jkn.71642>
- Riddech, N., et al. 2025. Physical and chemical properties evaluation of liquid organic fertilizers (LOFs) and their effects on promoting rice growth. *Sustainability*. 17(7): 3087. <https://doi.org/10.3390/su17073087>
- Rifki, M., et al. 2018. Making organic fertilizer resistant to bacterial leaf blight disease for grain crops. *MATEC Web of Conferences*. 156: 03026. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815603026>
- Rinaldi. 2024. Pemanfaatan *Gleichenia linearis* sebagai pupuk organik cair dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi mentimun (*Cucumis sativus* L.) (Skripsi). Program Studi Agroteknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Riono, Y., Samanhudi, S., Purwanto, E., & Rahayu, M. 2025. Nutrient profile of liquid organic fertilizer and compost derived from cacabea weed (*Ludwigia octovalvis*). *E3S Web of Conferences*. 678: 01007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202567801007>
- Rohman, A. F., Kinanti, F. K., Febriyani, F. 2023. Efektivitas limbah kulit nangka dan kotoran sapi pada pupuk organik padat dengan fermentasi menggunakan bioaktivator *Effective Microorganisms 4 (EM4)*. *Journal of Sustainable Research in Management of Agroindustry (SURIMI)*. <https://doi.org/10.35970/surimi.v3i1.1824>
- Rosalina, F., & Febriadi, I. 2019. Pemanfaatan limbah kulit buah pinang dan batang sagu dalam pembuatan pupuk organik cair. *Median*. 11(3). <http://doi.org/md.v11i3.512>
- Sacita, A. S., Rahman, S. F. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman wortel (*Daucus carota* L.) terhadap pemberian pupuk organik cair kombinasi air kelapa dan bonggol pisang di dataran rendah. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 11(3): 330–340. <https://doi.org/10.30605/perbal.v11i3.4428>
- Santi, S. S. 2010. Kajian pemanfaatan limbah nilam untuk pupuk cair organik dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(2).
- Saputra, R. A., Adhani, M. R., Sofyan, A., Jumar, J. 2024. The potential of agricultural waste compost to elevate growth and rice production with the SRI method in acid sulfate soils. *Jurnal Agroekoteknologi*. 16(1). <https://doi.org/10.33512/jur.agroekotek.v16i1.22746>
- Saragih, G. D. N., Amri, C., Fauzie, M. M. 2020. Pemanfaatan limbah buah jeruk sebagai bahan pupuk organik cair. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 12(2): 70–76. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v12i2.1026>
- Sari, A. N., et al. 2023. Sosialisasi dan pelatihan pupuk organik cair (POC) limbah bawang merah yang diaplikasikan pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) di Desa Tebing Tinggi Pangkatan Sumatera Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 6(1). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v6i1.3326>
- Sari, K. W., Yunasfi, & Suryanti, A. 2017. Dekomposisi serasah daun mangrove *Rhizophora apiculata* di Desa Bagan Asahan, Kecamatan Tanjungbalai,

- Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara. *Acta Aquatica*. 4(2): 88–94. <https://doi.org/10.29103/aa.v4i2.308>
- Sari, P. M., Siregar, M. P. A., Harahap, L. A. H. 2022. Penggunaan buah maja sebagai pupuk organik dan NPK mutiara terhadap pertumbuhan kacang hijau di Kabupaten Serdang Bedagai. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 24(2): 130–133. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i2.65338>
- Sauer, P. C., Seuring, S. 2023. How to conduct systematic literature reviews in management research: a guide in 6 steps and 14 decisions. *Review of Managerial Science*. 17: 1899–1933. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00668-3>
- Sebayang, H. T., Suryanto, A., & Kurnia, T. I. D. 2010. Pengaruh pemberian kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan dosis pupuk N, P, K pada pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 38(3): 192–198. <https://doi.org/10.24831/jai.v38i3.14247>
- Senevirathne, N., Kaparaju, P. 2025. Enhancing the agronomic value of anaerobic digestate: A review of current vs. emerging technologies, challenges and future directions. *Agriculture*. 15(20): 2108. <https://doi.org/10.3390/agriculture15202108>
- Septiarni, L. 2022. Pengaruh pemberian pupuk kompos daun karet (*Hevea brasiliensis*) terhadap pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dan sumbangannya pada pembelajaran biologi SMA (Skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sriwijaya.
- Serdani, A., et al. 2020. Respon pertumbuhan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) terhadap pemberian media tanam dan pupuk organik cair maja (*Aegle marmelos* L.). *Buana Sains*. 20(2): 171–176. <https://doi.org/10.33366/BS.V20i2.2238>
- Sholihah, A., et al. 2020. Pemanfaatan tanaman paitan yang berlimpah sebagai POC (pupuk organik cair) guna mendukung pertanian ramah lingkungan. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat*. 1(4): 280–285. <https://doi.org/10.24014/ja.v1i1.7802>
- Sholihah, A., et al. 2020. Pemanfaatan tanaman paitan yang berlimpah sebagai POC (pupuk organik cair) guna mendukung pertanian ramah lingkungan. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat*. 1(4): 280–285. <https://doi.org/10.33474/JP2M.V1i4.8790>
- Sianturi, P. L. L., Saragih, M. K., Sihotang, E. 2022. Pertumbuhan dan produksi tanaman terong (*Solanum melongena* L.) pada pemberian pupuk organik cair dan pupuk organik padat. *ODAGRO: Jurnal Ilmu Pertanian*. 8(1). <https://doi.org/10.46880/mtg.v8i1.1237>
- Siregar, B. L., et al. 2024. The nutrient content of eco-enzymes from mixture of various fruit peels. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 7(2): 475–487. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i2.1646>
- Solle, H. R. L., et al. 2022. Sosialisasi pemanfaatan lontar (*Borassus flabellifer* L.) menjadi pupuk organik cair bagi masyarakat Desa Oelnasi, Kabupaten Kupang. *Jurnal Dedikasi*. 24(2): 132–136.
- Susetyo, I., et al. 2022. Aplikasi pupuk anorganik cair melalui daun untuk mempercepat masa tanaman belum menghasilkan karet. *Warta Perkaretan*, 41(1), 1–10. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v41i1.840>
- Sutanto, R. 2022. Penerapan Pertanian Organik – Pemasyarakatan dan Pengembangannya. Yogyakarta: Kanisius.

- Tarigan, M. F., Zulfita, D., & Surachman. 2024. Pengaruh POC limbah buah tomat dan pupuk KCl terhadap pertumbuhan dan hasil lobak pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. <http://dx.doi.org/10.26418/jspe.v13i2.70427>
- Tetelay, F. F., et al. 2024. Sosialisasi pemanfaatan limbah daun kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) sebagai pupuk organik pada Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Dusun Welnewen Desa Waspait Kecamatan Fenaleisela Kabupaten Buru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(1). <https://doi.org/10.30598/bakira.2024.5.1.25-31>
- Tzavaras, D., Papadelli, M., Ntaikou, I. 2022. From milk kefir to water kefir: Assessment of fermentation processes, microbial changes and evaluation of the produced beverages. *Fermentation*. 8(3): 135. <https://doi.org/10.3390/fermentation8030135>
- Ulfa, S. W., Anggraini, A. S., Hafizhah, K. N., Amelia, S. 2023. Pembuatan *Azolla pinnata* menjadi alternatif pupuk sebagai nilai ekonomi bagi masyarakat di wilayah Desa Bandar Khalipah. *Ihsan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 5(2).
- Umar, H. P. 2023. Respon pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap aplikasi kompos genjer (*Limnocharis flava*) (Skripsi). Program Studi Agroteknologi, Universitas Ihsan Gorontalo.
- Walunguru, L., Mone, M. K. 2025. Effect of liquid organic fertilizer made from leaf vegetable waste and tofu liquid waste on chickpea yield. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*. 14(2): 604–612. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v14i2.604-612>
- Wardani, F. R., Islami, T., Sebayang, H. T. 2016. Pengaruh pemberian jenis pupuk dan waktu pengendalian gulma pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(6): 462–467. <https://doi.org/10.21176/protan.v4i6.317>
- Widyastuti, S., & Lovakusuma, L. S. 2017. Milkfish, apple and pineapple waste as alternative liquid organic fertilizer. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*. 112. <https://doi.org/10.2991/iconhomecs-17.2018.31>
- Widyastuti, S., Lovakusuma, L. S. 2017. Milkfish, apple and pineapple waste as alternative liquid organic fertilizer. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*. 112. <https://doi.org/10.2991/iconhomecs-17.2018.31>
- Wowor, A. E., Thomas, A., & Rombang, J. A. 2019. Kandungan unsur hara pada serasah daun segar pohon (mahoni, nantu, dan matoa). *Eugenia*. 25(1). <https://doi.org/10.35791/eug.25.1.2019.31395>
- Yadi, R., Rahman, E., & Monandes, V. 2021. Pemanfaatan buah sisa sebagai bioetanol dan pupuk organik. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. 8(2): 86–90. <http://dx.doi.org/10.31258/dli.8.2.p.86-90>
- Yuanita, Daryono. 2019. Pemanfaatan limbah talas (*Xanthosoma sagittifolium* L.) untuk pembuatan pupuk bokashi dengan bioaktivator Effective Microorganism (EM-4). *Jurnal Agriment*. 4(1): 42–46. <https://doi.org/10.51967/jurnalagriment.v4i01.163>
- Yuliani, Rahayu, Y. S. 2016. Pemberian serasah daun jati dalam meningkatkan kadar hara dan sifat fisika tanah pada tanah kapur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*.
- Yuningsih, E., et al. 2024. Inovasi pengolahan limbah kulit singkong sebagai bahan baku pupuk organik cair di Desa Bojonggenteng. *PARTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(2).

- Zhao, X., et al. 2025. Global pattern in terrestrial leaf litter decomposition: The effects of climate, litter chemistry, life form, growth form and mycorrhizal association. *Agricultural and Forest Meteorology*. 362: 110368. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.110368>
- Zubair, M., et al. 2021. Upaya pemanfaatan limbah buah semangka sebagai alternatif pupuk organik untuk mengurangi pencemaran lingkungan di Desa Pringgabaya. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(3). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i3.891>