

Aplikasi pupuk organik cair limbah kulit ari kedelai terhadap pertumbuhan dan produksi Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Application of liquid organic fertilizer from soybean husk waste on the growth and production of Pak Choy

Munarti^{1*}, Surti Kurniasih¹, Dimas Prasaja¹, Ahmad Kurniawan²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pakuan.

²Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pakuan.

Jl. Pakuan, RT.02/RW.06 Tegallega, Kota Bogor, Jawa Barat 16144

*E-mail: munarti@unpak.ac.id

Disubmit: 10 Agustus 2024, direvisi: 14 Oktober 2024, diterima: 14 Oktober 2024

Doi : [10.30862/cassowary.cs.v8.1.319](https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v8.1.319)

ABSTRACT: Soybean husk is waste from the tempe making process which contains organic materials and nutrients so that it can be used as raw material for making organic fertilizer. The use of organic fertilizer on vegetable plants is one effort to meet the need for organic vegetables. This research aims to obtain information on the nutrient and heavy metal content of liquid organic fertilizer for soybean epidermis and the effect of this fertilizer on the growth and yield of pak choy. This research was carried out in December 2022-July 2023, in Citeureup, Bogor and the Laboratory of the Faculty of Agriculture, IPB University. The experimental design used was a Randomized Block Design with three replications. The liquid organic fertilizer treatments used consisted of control, 5%, 10%, 15% and 20%. The parameters observed were plant height, number of leaves, leaf area and plant wet weight. The results showed that liquid organic fertilizer from soybean epidermis contained C-organic (1.63%), C/N ratio (20.13), macro nutrients (N+P₂O₅ +K₂O) 0.42%, total and available Fe (26.61ppm and 25.56 ppm) and Zn (0.42ppm). The heavy metal content (Pb, Cd, Cr, As, Hg) meets the quality standards set by the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia No. 261 of 2019, so that it can be applied to plants. Liquid organic fertilizer with a concentration of 5% was the best supporting growth and production of Pak Choy compared to the control, 10%, 15% and 20%.

Keywords: C-organic, heavy metals, nutrients.

PENDAHULUAN

Industri tempe di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat sehingga memberikan kontribusi ekonomi yang cukup besar. Perkembangan tersebut tidak hanya pada skala besar tetapi juga terus berkembang pada skala rumah tangga (Lusiana and Puryantoro, 2018). Industri tempe memiliki

peran yang sangat besar dalam usaha pemerataan kesempatan kerja, kesempatan usaha dan peningkatan pendapatan. Selain itu dalam proses pembuatan tempe menghasilkan limbah berupa sekam kedelai sebesar 10% dari jumlah kedelai yang digunakan dan limbah tersebut umumnya dibuang ke lingkungan sehingga dapat menurunkan kualitas

lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Azzahra *et al.*, 2022).

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe merupakan salah satu limbah pangan yang memiliki kandungan organik tinggi dan juga terdapat unsur hara makro dan mikro yang berpotensi untuk dijadikan pupuk organik (Novenda *et al.*, 2017). Menurut Suwardiyono (2019), kulit ari kacang kedelai mengandung 0,302% nitrogen (N) dan Fosfor (P) 0,0068%. Selain itu kandungan yang terdapat pada limbah tempe yaitu protein 0,42%, lemak 0,13%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm serta besi 4,55 ppm sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik (Nurhayati, 2018). Limbah organik dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk karena mengandung nutrisi yang dapat meningkatkan proses metabolisme pada tanaman dan aktivitas mikroorganisme tanah (Gusti and Hamzah, 2021).

Pemupukan merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan nutrisi termasuk N bagi tanaman pakcoy. Kebutuhan unsur N bagi tanaman dapat berasal pupuk organik dan anorganik seperti urea. Namun penggunaan pupuk anorganik yang terus menerus menyebabkan rendahnya kesuburan dan produktivitas tanah. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik, salah satunya dengan penggunaan pupuk organik dari limbah kulit ari kedelai yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe sehingga diharapkan menjadi salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan rendahnya kesuburan tanah.

Pemanfaatan pupuk organik memiliki keunggulan diantaranya lebih murah, ramah lingkungan, dan secara tidak langsung dapat membantu mengurangi limbah serta mendukung pertanian berkelanjutan (Janah *et al.*, 2023). Pupuk organik terdapat dalam bentuk pupuk padat dan pupuk cair. Pupuk organik padat membutuhkan waktu lebih lama untuk termineralisasi dibandingkan siklus hidup tanaman sehingga pada akhirnya membatasi kebutuhan unsur hara pada awal pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Wati *et al.*, 2023). Penggunaan pupuk

organik cair dapat menyediakan unsur hara dalam bentuk senyawa kompleks dan senyawa sederhana dari bahan baku yang digunakan. Aplikasi pupuk organik cair dari berbagai limbah organik sudah banyak dilaporkan diantaranya pada tanaman caisim (Nugraha *et al.*, 2021), wortel (Sucipto *et al.*, 2021) dan pakcoy (Hardiansyah *et al.*, 2019), namun pemanfaatan pupuk organik cair dari limbah kulit ari kedelai pada tanaman pakcoy belum dilaporkan.

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang diminati oleh masyarakat Indonesia. Sayuran ini dapat dipanen sepanjang tahun karena tidak tergantung dengan musim (Wibowo and Arum, 2013). Pakcoy selain mengandung vitamin dan mineral juga kaya akan karotenoid dan klorofil (Zou *et al.*, 2021). Permintaan konsumen terhadap sayuran organik, termasuk pakcoy, terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya produk yang lebih sehat. Peningkatan tersebut harus diimbangi dengan ketersediaan pasokan sayuran organik untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi kandungan hara dan logam berat pupuk organik cair kulit ari kedelai serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil pakcoy.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan bulan Desember 2022 hingga Juli 2023, di Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor. Bahan yang digunakan pada percobaan ini yaitu benih pakcoy hijau, kulit ari kedelai, gula (molasses), EM4, sekam bakar, dan tanah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan berupa pupuk cair kulit ari kedelai yang terdiri atas kontrol (tanpa pemberian pupuk cair), 5%, 10%, 15% dan 20%.

Prosedur percobaan meliputi pembuatan pupuk cair kulit ari kedelai yaitu 2kg kulit ari kedelai dihaluskan kemudian dicampur dengan molase 0,5kg yang telah dilarutkan ke dalam 3 liter air dan tambahkan 2 liter Effective Microorganism 4 (EM4). Campuran tersebut

disimpan dalam bak penampungan dan ditutup rapat (proses fermentasi) selama 14 hari, setiap dua hari sekali dibuka selama sekitar 10 detik untuk mengeluarkan gas yang berlebih. Analisis kandungan hara dan logam berat pupuk cair kulit ari kedelai dilakukan di Laboratorium Pengujian, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University. Tahapan penyemaian dilakukan pada bak semai yang telah diisi tanah dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1. Bibit yang telah berumur 2 minggu setelah semai dipindahkan ke polybag. Polybag diisi media tanaman yaitu tanah dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1. Pemberian pupuk cair kulit ari kedelai diberikan sesuai perlakuan pada saat tanaman berumur satu minggu setelah pindah tanam sampai menjelang panen. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan kondisi di lapangan.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik Ragam (ANOVA) sesuai rancangan percobaan yang digunakan, jika sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata pada taraf 5% dilanjutkan dengan uji Duncan's *Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak R 3.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kandungan unsur hara makro, mikro, pH dan logam berat pupuk cair kulit ari kedelai disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa pupuk cair kulit ari kedelai mengandung C-organik 1,61%, ini lebih tinggi dibandingkan pupuk organik cair hasil penelitian Mangera and Ekowati (2022) yaitu 1,06%. Hal tersebut kemungkinan disebabkan dalam proses fermentasi aktivitas mikroorganisme memanfaatkan unsur karbon sebagai sumber energi sehingga berpengaruh terhadap C-organik yang dihasilkan. Selain itu kandungan C-organik pada pupuk organik cair dipengaruhi oleh jumlah bakteri yang digunakan dalam proses fermentasi (Syuhriatin and Juniawan, 2019). Selain kandungan C-organik pada pupuk cair kulit ari kedelai juga didapatkan nilai rasio C/N sebesar 20,13

yang berarti bahwa terjadi proses dekomposisi dan mineralisasi pada saat fermentasi sehingga unsur hara yang ada pada bahan organik tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Nilai rasio C/N pada pupuk organik menggambarkan tingkat kematangan dari proses pengomposan (Surtina, 2013).

Kandungan hara makro ($N+P_2O_5 +K_2O$) pupuk organik cair kulit ari kedelai pada penelitian ini sebesar 0,42%, Fe total dan tersedia masing-masing 26,61ppm dan 25,56ppm serta Zn total sebesar 0,42ppm. Pupuk organik cair yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kandungan hara yang lebih rendah dibandingkan standar mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 tentang persyaratan pupuk organik, pupuk hayati dan pembenahan tanah. sehingga perlu penelitian lebih lanjut terkait penggunaan berbagai limbah organik dalam pembuatan pupuk agar kandungan hara dapat sesuai standar yang ditetapkan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Kandungan unsur hara dan kualitas pupuk organik sangat ditentukan oleh komposisi serta jenis bahan organik yang digunakan (Parihar and Choudhary, 2022; Pratama *et al.*, 2022).

Kandungan logam berat (Pb, Cd, Cr, As, dan Hg) pupuk cair kulit ari kedelai pada penelitian ini tidak melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019. Keberadaan logam berat pada pupuk organik yang melebihi ambang batas maksimum akan diserap dan terakumulasi di jaringan tanaman sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia apabila diaplikasikan pada tanaman pangan (Tangahu *et al.*, 2011; Pratush *et al.*, 2018).

Salah satu faktor yang turut berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara bagi tanaman yaitu pH pupuk organik yang digunakan. Pupuk organik dengan pH yang tinggi dapat mengurangi ketersediaan unsur hara Fe, Mn, Zn, dan Mo sedangkan pH yang rendah dapat menyebabkan mikroorganisme dekomposer mati (Monita *et al.*, 2017). Pupuk cair kulit ari kedelai yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH 8,66 dan sesuai standar mutu pupuk organik yang telah ditetapkan Menteri

Pertanian yaitu pH antara 4 hingga 9 sehingga pupuk cair kulit ari kedelai dapat diaplikasikan pada tanaman.

Hasil analisis sidik ragam penggunaan pupuk cair kulit ari kedelai menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah tanaman, dalam hal ini setidaknya terdapat salah satu perlakuan pupuk cair kulit

ari kedelai yang memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter yang diamati (Tabel 2). Pupuk cair kulit ari kedelai pada penelitian ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut agar kualitas pupuk tersebut dapat memenuhi standar mutu berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019.

Tabel 1. Kandungan hara makro, mikro dan logam berat pupuk cair kulit ari kedelai

Parameter	Uji Laboratorium	Standar Mutu	Satuan
C-organik	1.61	Minimum 10	%
C/N	20.13	≤ 25	-
(N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	0.42	2-6	%
Fe total	26.61	90-900	ppm
Fe tersedia	25.56	Maksimum 500	ppm
Zn total	0.42	25-500	ppm
Pb	0.04	Maksimum 5.0	ppm
Cd	0.01	Maksimum 1	ppm
Cr	0.18	Maksimum 40	ppm
As	0.03	Maksimum 5	ppm
Hg	0.01	Maksimum 0.2	ppm
pH	8.66	4-9	-

Tabel 2. Rata-rata kuadrat tengah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah pakcoy

Sumber keragaman	db	Kuadrat Tengah			
		TT(cm)	JD (helai)	LD(cm ²)	BB(g)
Perlakuan	4	96,24**	17,02**	28.418**	43.137**
Ulangan	3	0,61 ^{tn}	0,02 ^{tn}	0.071 ^{tn}	0.172 ^{tn}
Residual	12	5,02	0,49	0.398	0.744

Keterangan : * berbeda nyata pada taraf 5%, ** berbeda nyata pada taraf 1%, ^{tn} tidak berbeda nyata. Tinggi tanaman(TT), Jumlah daun (JD), Luas daun (LD) dan Berat basah (BB).

Perlakuan pupuk organik cair kulit ari kedelai berpengaruh nyata terhadap parameter yang diamati sehingga analisis dilanjutkan menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa perlakuan pupuk cair kulit ari kedelai 5% merupakan perlakuan yang terbaik untuk tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali perlakuan 10% tidak berbeda nyata untuk peubah tinggi tanaman (Tabel 3). Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan Pray (2015) bahwa pemberian pupuk organik cair daun berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah sawi. Selain itu pupuk organik cair juga

dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman tomat serta jumlah daun pakcoy (Hidayat and Suharyana 2019). Kelebihan pupuk organik cair yaitu mudah diserap tanaman sehingga dapat menyuplai nutrisi dengan cepat dibandingkan pupuk organik padat (Purbajanti and Setyowati 2020).

Aplikasi pupuk cair kulit ari kedelai dengan konsentrasi yang berbeda mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman pakcoy. Perlakuan pupuk cair kulit ari kedelai 5% mampu meningkatkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman dibandingkan perlakuan 10%, 15% dan 20%. Karna *et al.* (2023), melaporkan bahwa perlakuan pupuk

organik cair dengan konsentrasi yang lebih rendah (30 mL L⁻¹ air) mampu meningkatkan luas daun pada tanaman sawi dibandingkan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi (40 mL L⁻¹ air). Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang dapat meningkatkan pertumbuhan (Suhastyo and Raditya 2021). Selain itu konsentrasi atau tingkat kepekatan pupuk organik cair yang diberikan mempengaruhi proses metabolisme dan pertumbuhan tanaman (Wibowo *et al.*, 2017). Selain itu status kesuburan tanah juga berpengaruh terhadap kebutuhan hara tanaman (Palulun *et al.*, 2023).

Respon pertumbuhan tanaman pakcoy setelah diberikan perlakuan pupuk organik cair kulit ari kedelai menunjukkan nilai rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun mengalami peningkatan pertumbuhan (Gambar 1). Menurut Madusari (2019), pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan dan penyerapan unsur hara bagi tanaman. Pupuk

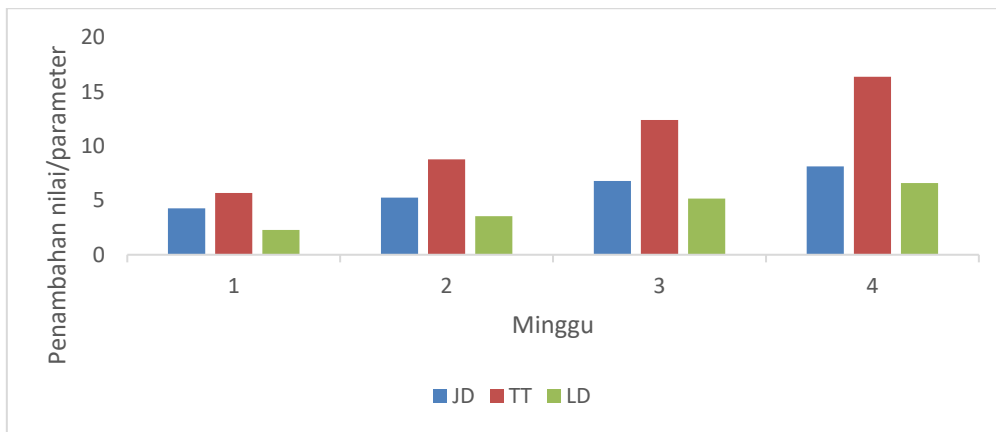
organik cair mengandung unsur N, P dan K tersedia dan mudah diserap tanaman sehingga proses fotosintesis lebih maksimal dan produksi tanaman sawi meningkat (Febrianna *et al.*, 2018).

Pemberian berbagai konsentrasi pupuk cair kulit ari kedelai menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perlakuan tidak selalu diikuti oleh peningkatan nilai parameter pengamatan (Gambar 2 dan 3). Konsentrasi pupuk cair kulit ari kedelai 5% merupakan

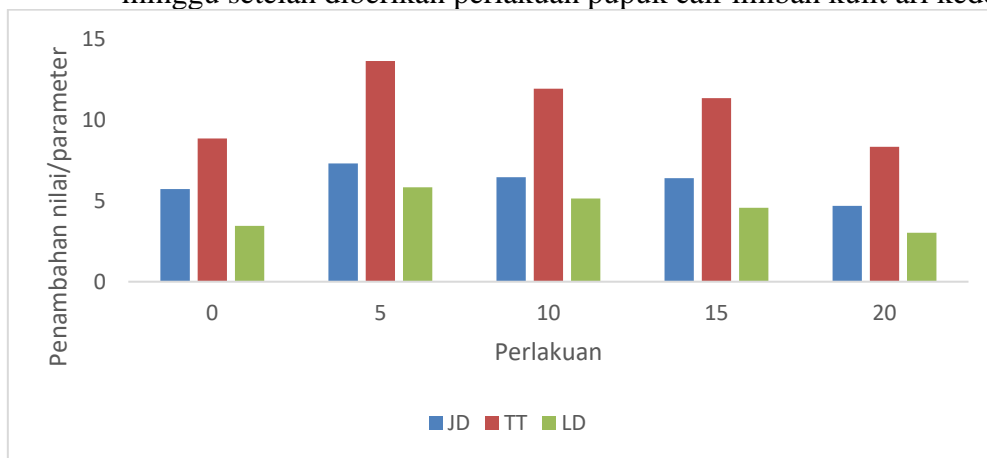
perlakuan yang terbaik dalam merespon pertumbuhan dan produksi pakcoy. Hal ini kemungkinan disebabkan pupuk yang diberikan dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20% terlalu tinggi sehingga unsur hara yang terdapat pada pupuk cair kulit ari kedelai tidak dapat diserap dengan baik oleh tanaman pakcoy atau kemungkinan ada faktor lain yang tidak teridentifikasi pada penelitian ini. Berbeda dengan yang dilaporkan Hardiansyah *et al.* (2019), semakin tinggi konsentrasi pupuk organik cair polong buah jengkol dapat meningkatkan jumlah daun, luas daun dan berat segar pakcoy. Efektivitas pupuk organik cair dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tidak hanya ditentukan oleh jenis tanaman, frekuensi penggunaan, tahap pertumbuhan, tetapi juga ditentukan oleh konsentrasi pupuk organik cair yang digunakan (Wati *et al.*, 2023). Pupuk organik berbahan dasar sampah organik rumah tangga dapat digunakan petani untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura termasuk pakcoy. Krismawati and Sugiono (2021), melaporkan bahwa pemberian antara dua atau lebih pupuk kompos limbah rumah tangga dengan pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman pakcoy. Pemberian pupuk cair dengan penyemprotan pada daun lebih efisien dibandingkan dengan yang diaplikasikan pada tanah (White *et al.*, 2015).

Tabel 3. Hasil uji lanjut DMRT pemberian pupuk cair kulit ari kedelai terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah tanaman

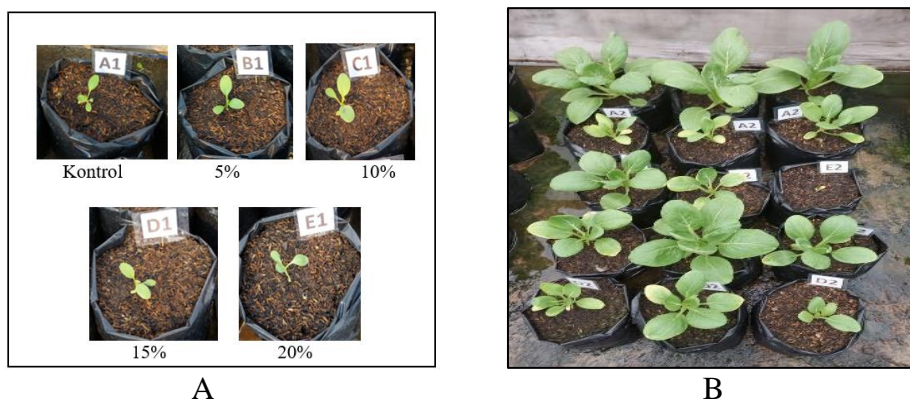
Perlakuan (%)	Rata-rata			
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm ²)	Berat basah (g)
0	12.58c	7.33c	4.34d	13.83d
5	22.29a	10.75a	9.75a	109.83a
10	19.46ab	8.92b	8.42b	72.75b
15	17.3b	8.5b	7.04c	41.75c
20	10.33c	5.17d	3.46d	6.75d



Gambar 1. Rata-rata kenaikan tinggi tanaman (TT), jumlah daun (JD) dan luas daun (LD) setiap minggu setelah diberikan perlakuan pupuk cair limbah kulit ari kedelai.



Gambar 2. Rata-rata kenaikan tinggi tanaman (TT), jumlah daun (JD) dan luas daun (LD) berdasarkan perbedaan konsentrasi pupuk cair limbah kulit ari kedelai



Gambar 3. Pertumbuhan Pak Coy dengan pemberian berbagai konsentrasi pupuk cair kulit ari kedelai umur satu minggu setelah pindah tanam (A) dan umur empat minggu setelah pindah tanam (B)

KESIMPULAN

Pupuk organik cair dari limbah kulit ari kedelai mengandung unsur C-Organik, hara makro (N+P₂O₅ +K₂O) dan hara mikro (Fe dan Zn) meskipun kandungan unsur hara

tersebut masih belum memenuhi standar mutu berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, sedangkan keberadaan logam berat (Pb, Cd, Cr, As, dan Hg) tidak melebihi ambang batas

maksimum yang telah ditetapkan, sehingga pupuk cair pada penelitian ini dapat diaplikasikan pada tanaman. Pemberian pupuk organik cair 5% merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Yayasan Pakuan Siliwangi Universitas Pakuan yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Pengujian, Fakultas Pertanian, IPB University yang telah membantu pengukuran kandungan hara dari pupuk organik cair pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, I. F., Wirdani, Z., Nasution, P., & Tarigan, R. Y. (2022). The utilization of soybean aircraft waste as a additional material in the process of manufacturing goat feed materials. *Journal of Development Research*. 6:269–273.
- Febrianna, M., Prijono, S., & Kusumarini, N. (2018). The use of liquid organic fertilizer to increase nitrogen uptake and growth and yield of mustard (*Brassica juncea* L.) on Sandy Soil. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 1009-1018.
- Gusti, R. E., & Hamzah, A. (2021). Micro nutrient content and growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) applied to oil palm liquid waste using the biopori method. *Journal of Tropical Crop Agronomy (JUATIKA)*. 2(2):1–11.
- Hardiansyah, P., Nurjanah, U., & Widodo. (2019). Growth response and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L.) on various concentrations of liquid organic fertilizer of Jering Pods. *Akta Agrosia*. 22(1):43-49.
- Hidayat, O., & Suharyana, A. (2019). Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair Daun Lamtoro terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli-F1. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 7 (2) : 58-63.
- Janah, L. N., Apriliani, A. A. N., Hidayah, A. N., Adhelia, V., Sukirno, S., & Daryono, B.S. (2023). Effectiveness of liquid organic fertilizer byproduct of black soldier fly maggot to the growth of mustard plant (*Brassica juncea* L.). *J. Trop. Biodivers. Biotechnol.*8(1):1–10.
- Karna, N. P. I. S., Suriani, N. L., Muksin, I. K., Wiadnyani, A. A. I. S., Seng, H. T., Rusdianasari., & Mariani. (2023). Utilization of liquid organic fertilizer to increase growth and production of mustard plants (*Brassica juncea* L.). *Eastern Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3: 2-62.
- Krismawati, A., & Sugiono. (2021). The Effect of compost from house-hold waste and liquid organic fertilizer on growth and yield of pak choi (*Brassica rapa* Var. Chinensis). *El-Hayah*. 8 (2): 39-48.
- Lusiana., & Puryantoro. (2018). Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Melalui PKM UKM Tahu dan Tempe Dengan Pemanfaatan Limbah Industri. *Jurdimas*. 1(2): 91-94.
- Madusari, S. (2019). Processing of fibre and its application as liquid organic fertilizer in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedling for sustainable agriculture. *J. Appl Sci Adv Technol*. 1 (3): 81-90.
- Mangera, Y., & Ekowati, Y. N. (2022). Analysis of the nutrient content of liquid organic fertilizer (POC) household organic waste in Rimba Jaya Village, Merauke Regency using the stacked bucket method. *J. Agron. Tanam. Trop*. 4(1):206–214.
- Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M.R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. 7 (3): 227–234.
- Novenda, I. L., Pujiastuti., & Nugroho, S. A. (2017). Pemanfaatan limbah cair singkong dan industri tempe kedelai sebagai alternatif pupuk organik cair. *Jurnal Pancaran Pendidikan*. 6 (1): 107-118.
- Nugraha, I., Isnaeni, S., & Rosmala, A. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil

- Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) pada Jenis dan Konsentrasi POC yang Berbeda. *Jurnal Agroteknologi*. 5 (2): 12-22
- Nurhayati. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas* sp. Dalam Pembuatan Pupuk Cair. *Jurnal TechLINK*. 2(2): 45-51.
- Parihar, P., & Choudhary, R. (2022). Influence of organic waste on nutrient composition of compost and the impact of sawdust on composting process. *Current World Environment*. 17(3): 602-610.
- Palulun, D. L., Djuuna, I. A. F., Mawikere, N. L., Purbokurniawan., & Noya A. I. (2023). Status kesuburan tanah, aplikasi pupuk petrogenik + NPK terhadap pertumbuhan jagung pulut merah genotipe Unipa di Distrik Waibu Kabupaten Jayapura. *CASSOWARY*. 6(2): 53-61.
- Pratama, D., Apriyadi, R., Lingga, R., & Rahmawati, M. (2022). Kualitas Kimia Kompos Hasil Biokonversi Berbagai Jenis Limbah Organik Menggunakan Larva Black Soldier Fly dan EM-4. *Agrosainstek*. 6 (2) 2022: 38 – 47.
- Pratish, A., Kumar, A., & Hu, Z. (2018). Adverse effect of heavy metals (As, Pb, Hg, and Cr) on health and their bioremediation strategies: a review *Int. Microbiol*. 21: 97-106.
- Pray, C. (2015). Pengaruh pupuk organik (daun lamtoro) dalam berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan tanaman sawi. *FIKRATUNA*. 7 (2): 1-9.
- Purbajanti, E. D., & Setyowati, S. (2020). Organic fertilizer improve the growth, physiological characters and yield of Pak Choy. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*. 22(2): 83-87.
- Syuhriatin., & Juniawan, A. (2019). Uji karakteristik unsur hara pada pupuk organik cair hasil limbah sayuran dengan penambahan EM-4 dan zeolit. *Media Bina Ilmiah*. 13(12): 1873-1878.
- Sucipto, M. R. A, Saida., & Mahir. (2021). Pengujian POC (pupuk organik cair) pada berbagai taraf konsentrasi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman wortel (*Daucus carota* L.). *Jurnal AGrotekMAS*. 2 (3): 53-61
- Suhastyo, A. A., & Raditya F. T. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Daun Kelor dan Cangkang Telur terhadap Pertumbuhan Sawi Samhong (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 6(1): 1-6.
- Surtinah. (2013). Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang Berasal Dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 11(1): 16-26.
- Suwardiyono., Maharani, F., & Harianingsih. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikro organisme. *Inov. Tek. Kim*.4: 44-48.
- Tangahu, B. V., Abdullah S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. (2011). A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *Int. J. Chem. Eng*. 1-31.
- Wati, D. A., Fahrurrozi, E., & Inorihah. (2023). Growth and yield of pak choi (*Brassica rapa* Subsp. Chinen-sis) in responses to *Leucaena* leaf-based liquid organic fertilizer. *Akta Agrosia*. 26(2):73-78.
- White, C. A., Roques, S. E., & Berry, P. M. (2015). Effect of foliar applied nitrogen fertiliz-er on oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*. 153: 42-55.
- Wibowo, S., & Arum, S. (2013). Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica sinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 13(3):159-167.
- Wibowo, A. W., Suryanto, A., & Nugroho, A. (2017). Kajian Pemberian Berbagai Dosis Larutan Nutrisi dan Media Tanam secara Hidroponik Sistem Substrat pada Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(7): 1119-1125.
- Zou, L., Tan, W. K., Du, Y., Lee, H. W., Liang, X., Lei, J., Striegel, L., Weber, N., Rychlik, M., & Ong, C.N. (2021). Nutritional metabolites in *Brassica rapa* subsp. chinensis var. parachinensis

(choy sum) at three different growth stages: Microgreen, seedling and adult plant. *Food Chem.* 357: 129535.