

**EFEKTIVITAS PUPUK ORGANIK CAIR BERBAHAN
KOTORAN KAMBING DAN LIMBAH CAIR TAHU
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SELADA
(*Lactuca sativa* L.) DENGAN TEKNIK HIDROPONIK**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat S-1 pada Program Studi Biologi





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2033/Un.02/DST/PP.00.9/09/2025

Tugas Akhir dengan judul : Efektivitas Pupuk Organik Cair Berbahan Kotoran Kambing dan Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) dengan Teknik Hidroponik

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NABILA MUAFI ZICO FIRDAUSIA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040050
Telah diujikan pada : Rabu, 20 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 68b7b11f64695



Penguji I

Dias Idha Pramesti, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68b7aac8b1612



Penguji II

Satiti Ratnasari, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68b6ec61f1b47



Yogyakarta, 20 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Valid ID: 68b8f71c8d684

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nabila Muafi Zico Firdausia

NIM : 20106040050

Program Strudi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuki sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan pengaji.

Yogyakarta, 15 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Nabila Muafi Zico Firdausia
NIM. 20106040050

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nabila Muafi Zico Firdausia

NIM : 20106040050

Judul Skripsi : Efektivitas Larutan Fermentasi Pupuk Cair Berbahan Utama Kotoran Kambing dan Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Dengan Teknik Hidroponik

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025
Pembimbing

Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si.
NIP. 19800207 200912 2 002

Efektivitas Larutan Fermentasi Pupuk Cair Berbahan Kotoran Kambing dan Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Teknik Hidroponik

Nabila Muafi Zico Firdausia
20106040050

ABSTRAK

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu sayuran daun yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi masyarakat. Upaya peningkatan produksi selada dapat dilakukan dengan pemanfaatan pupuk organik cair (POC) berbahan limbah tahu dan kotoran kambing sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan unsur hara makro N, P, K dan kandungan mikro (Mn dan Fe) pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi dengan teknik hidroponik, menganalisis dan menentapkan kombinasi pupuk organik cair hidroponik yang optimal pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi dengan teknik hidroponik. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan, yaitu P0 (kontrol), P1 (AB Mix), P2 (POC tahu), P3 (POC kotoran kambing), dan P4 (POC tahu + kotoran kambing), masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan bobot basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P2 (POC tahu) memberikan pertumbuhan terbaik pada tinggi tanaman dan bobot basah, meskipun hasilnya belum melebihi perlakuan P1 (AB Mix). Perlakuan P4 (campuran POC tahu dan kotoran kambing) tidak menunjukkan pertumbuhan yang optimal karena kemungkinan adanya ketidakseimbangan ketersediaan unsur hara. Kesimpulan dari penelitian ini adalah POC tahu berpotensi sebagai sumber pupuk organik cair yang mampu meningkatkan pertumbuhan selada, namun diperlukan pengembangan formulasi lebih lanjut agar efektivitasnya dapat menyamai pupuk anorganik.

Kata Kunci: kotoran kambing; limbah cair tahu; pupuk organik cair

Effectiveness of Liquid Organic Fertilizer Made from Goat Manure and Tofu Waste on the Growth of Lettuce (*Lactuca sativa L.*) Using Hydroponic Techniques

Nabila Muafi Zico Firdausia
20106040050

ABSTRACT

Lettuce (Lactuca sativa L.) is a leafy vegetable that has high economic value and is widely consumed by the community. Efforts to increase lettuce production can be done by utilizing liquid organic fertilizer (POC) made from tofu waste and goat manure as an alternative to inorganic fertilizers that are more environmentally friendly. This study aims to analyze the macro nutrient content of N, P, K and micro content (Mn and Fe) in liquid goat manure fertilizer and fermented tofu liquid waste using hydroponic techniques, analyze and determine the optimal combination of hydroponic liquid organic fertilizer in liquid goat manure fertilizer and fermented tofu liquid waste using hydroponic techniques. The research method used a completely randomized design (CRD) with five treatments, namely P0 (control), P1 (AB Mix), P2 (tofu POC), P3 (goat manure POC), and P4 (tofu POC + goat manure), each with three replicates. The parameters observed included plant height, number of leaves, root length, and wet weight. The results showed that treatment P2 (tofu POC) provided the best growth in terms of plant height and wet weight, although the results did not exceed those of treatment P1 (AB Mix). The P4 treatment (mixture of tofu POC and goat manure) did not show optimal growth, possibly due to an imbalance in nutrient availability. The conclusion of this study is that tofu POC has the potential as a source of liquid organic fertilizer that can enhance lettuce growth, but further formulation development is needed to match the effectiveness of inorganic fertilizers.

Keywords: goat manure; liquid organic fertilizer; tofu liquid waste

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Allah punya milyaran pintu rezeki, milyaran jalan keluar, milyaran kemudahan, kita hanya perlu untuk tidak putus asa dengan Rahmat-Nya”

(Q.S At- Thalaq : 03)

“Hatiku tenang mengetahui apa yang melewatkanku tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanku”

(Umar bin Khattab)

“Hanya butuh satu saja alasan, untuk sudah menyerah atau terus berjalan”

(FSTVLST - Syarat)

“*What you see is what you will get. Stop thinking too much. Now, start your step.*”

(Jenny - Dance Song)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Efektivitas Pupuk Organik Cair Berbahan Kotoran Kambing dan Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Teknik Hidroponik”** dengan baik.

Sholawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW semoga kita mendapat syafaatnya di hari akhir nanti. Skripsi ini ditulis dalam rangka untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik tidak lepas dari bantuan semua pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Prof., Dr., Dra., Hj. Khurul Wardati. M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang pernah mengajar penulis di Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Seluruh staff Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu penulis selama penelitian.
6. Nabila Muafi Zico Firdausia, ya! diri saya sendiri! Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang menyelesaikan apa yang telah dimulai. Sulit bisa bertahan sampai titik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba.

7. Ayah, Ibu dan Adik penulis, beserta keluarga tercinta. Terima kasih atas segala kasih sayang yang diberikan sampai detik ini, terima kasih atas doa yang sealu diberikan untuk penulis, terima kasih selalu berjuang untuk penulis, berkat doa serta dukungannya sehingga penulis bisa berada dititik ini. Sehat selalu dan panjang umur karena ayah, ibu, dan adik harus ada disetiap perjuangan dan pencapaian penulis.
8. Teman seperjuangan penulis di Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta khususnya kepada Safarina, Fatia, Laela Febi, dan Oktanina yang sudah menjadi teman penulis mulai 2020 sampai saat ini dan banyak berpartisipasi dalam pembuatan skripsi ini, terimakasih segala dukungan dan motivasi, pengalaman yang berkesan serta memberikan semangat yang paling berharga sampai terselesaikan perkuliahan ini.
9. Sahabat saya Aurora, Rany, Yuni, dan saudara sepupu saya Zidni Ilma yang selalu memberikan semangat, dukungan tiada henti dan bantuan dalam segala hal selama menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh pihak yang terlibat dalam membantu penulis dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga seluruh kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dapat menjadi berkah, diterima dan mendapatkan balasan yang baik oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu dan pengetahuan penulis. Akhir kata, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Yogyakarta, 15 Agustus 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Hidroponik Sistem Sumbu	5
B. Kotoran Kambing	6
C. Limbah Cair Tahu.....	7
D. Tanaman Selada.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat.....	11
B. Alat dan Bahan	11
C. Metode Kerja.....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
A. Analisis Kandungan Unsur Hara Makro (N, P, K) dan Mikro (Mn, Fe) pada Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi 14 Hari	15

B.	Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman.....	18
C.	Kombinasi Pupuk yang Paling Optimal pada Tanaman Selada (<i>Lactuca sativa L.</i>)	25
D.	Parameter Lingkungan.....	27
BAB V PENUTUP	29
A.	Kesimpulan	29
B.	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelompok Perlakuan	11
Tabel 2. Kombinasi Perlakuan Larutan Hidroponik Pengganti Nutrisi AB Mix ..	13
Tabel 3. Uji Laboratorium Unsur Makro dan Mikro Hasil Fermentasi 14 Hari ...	16
Tabel 4. Rerata pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing terhadap tinggi tanaman <i>Lactuca sativa</i> L.....	18
Tabel 5. Rerata pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing terhadap jumlah daun <i>Lactuca sativa</i> L.	20
Tabel 6. Rerata pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing terhadap panjang akar <i>Lactuca sativa</i> L.....	22
Tabel 7. Tabel Bobot Basah <i>Lactuca sativa</i> L. Setelah diberi pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing	24
Tabel 8. Rata- rata hasil pengukuran parameter lingkungan selama 45 hari.	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik rerata tinggi tanaman <i>Lactuca sativa</i> L. Setelah diberi pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing	19
Gambar 2. Grafik rerata jumlah daun <i>Lactuca sativa</i> L. Setelah diberi pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing	21
Gambar 3. Grafik rerata panjang akar <i>Lactuca sativa</i> L. Setelah diberi pupuk organik cair limbah cair tahu dan kotoran kambing	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan.....	34
Lampiran 2. Penyemaian Selada.....	34
Lampiran 3. Pertumbuhan Selada 45 HST	34
Lampiran 4. Hasil Uji Anova Selada H45	35



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hidroponik merupakan budidaya tanaman yang tidak menggunakan media tanam tanah, tetapi menggunakan media tanam air ataupun media lainnya (Kerikil, Rockwool dan lain-lain) (Wibowo, 2021). Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki banyak manfaat, antara lain kemampuan untuk mengontrol pertumbuhan tanaman, tanaman yang dihasilkan lebih berkualitas, mengurangi serangan hama dan penyakit, dan penyediaan nutrisi yang lebih efektif dan efisien karena kebutuhan tanaman terpenuhi, dapat dibudidayakan sepanjang tahun tanpa mengenal musim, dan dapat diaplikasikan pada lahan yang sempit. Pemeliharaan tanaman hidroponik lebih mudah, media tanamnya steril, serangan hama dan penyakit relatif kecil, dan produktivitas tanaman yang dihasilkan lebih tinggi (Hartus, 2008).

Hidroponik sumbu (*wicks*) adalah salah satu metode hidroponik yang sederhana dengan menggunakan sumbu sebagai penghubung antara nutrisi dan bagian perakaran pada media tanam. Salah satu kelemahan hidroponik sistem sumbu yaitu larutan nutrisi tidak tersirkulasi sehingga rawan ditumbuhi lumut, pertumbuhan tanaman sedikit lebih lambat. Pemanfaatan hidroponik sistem sumbu tersirkulasi memiliki kelebihan secara khusus yaitu kombinasi kedua sistem hidroponik ini yaitu larutan nutrisi dapat tersirkulasi serta volume larutan hara yang dibutuhkan lebih rendah. Kelebihan lain dari sistem ini yaitu larutan nutrisi dalam keadaan tersedia, sirkulasi mencegah lumut, bersih dan mudah dikontrol, tanaman tumbuh dengan optimal, umur panen menjadi lebih singkat dan penggunaan nutrisi yang efisien. Kekurangan sistem tersebut yaitu biaya investasi cukup mahal.

Aspek penting yang perlu diperhatikan untuk mencapai hasil terbaik bagi pertumbuhan tanaman yaitu memenuhi kebutuhan nutrisi pada tanaman. Sejauh ini, larutan nutrisi AB mix telah menjadi salah satu pupuk anorganik. Pupuk ini dapat mendorong perkembangan tanaman, tetapi jika sering digunakan, pupuk ini akan memberikan efek yang kurang baik, tidak ramah lingkungan, dan harganya mahal.

Kandungan unsur hara dalam 5000 g larutan nutrisi AB mix yaitu Ca (NO₃)₂ 1100 g, K (NO₃)₂ 530 g, Fe 86 g, dan MgSO₄ 4,2 g (Mairusmianti, 2011).

Larutan nutrisi AB mix merupakan salah satu komponen penting dalam sistem hidroponik. Ketersediaannya tidak merata dan harganya cukup tinggi, sehingga sulit dijangkau oleh kalangan ekonomi menengah ke bawah. Hal ini menyebabkan adanya kesenjangan dalam penerapan hidroponik, yang lebih banyak diterapkan oleh kalangan menengah ke atas. Dibutuhkan solusi agar hidroponik dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat, termasuk di wilayah perkotaan dan pedesaan. Salah satu solusi adalah mencari nutrisi alternatif yang lebih ekonomis namun tetap berkualitas, seperti kotoran kambing dan limbah cair tahu.

Kotoran kambing merupakan salah satu jenis kotoran hewan yang pemanfaatanya belum begitu maksimal. Masyarakat biasanya langsung menggunakan kotoran kambing sebagai pupuk untuk tanaman tanpa diproses terlebih dahulu. Struktur keras kotoran kambing yang lama diuraikan oleh tanah, tanaman yang dipupuk dengan kotoran kambing tidak dapat tumbuh dengan maksimal. Salah satu alternatif pengolahan kotoran kambing adalah dengan dibuat sebagai pupuk cair. Pada penelitian Hartatik, 2005 Kadar air pupuk kambing relatif lebih rendah dari pupuk sapi dan sedikit lebih tinggi dari pupuk ayam. Kadar hara pupuk kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pukau lainnya. Pada kotoran kambing segar mengandung 46,51 % C, 1,41 % N, 0,54 % P dan 0,75 % K.

Limbah sisa produksi tahu berupa cair terbuat dari tahap pencucian kedelai, perendaman kedelai, pengendapan sari tahu dan pencetakan tahu. Limbah organik ini apabila dibiarkan dalam konsentrasi tinggi, maka akan mengakibatkan pencemaran pada lingkungan perairan (Novita, 2009). Diperlukan pengolahan atau pemanfaatan yang lebih optimal agar limbah cair tahu tidak mencemari lingkungan perairan. Lemak, kalori, protein, dan karbohidrat merupakan komposisi bahan organik limbah cair tahu. Bahan ini dapat diuraikan oleh bakteri dan dimanfaatkan sebagai nutrisi tanaman, dan juga dapat berubah menjadi pupuk organik (Siti, 2012).

Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah dingin maupun tropis. Pemasaran selada meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk (Cahyono, 2014). Produksi selada di Indonesia semakin banyak di gemari oleh masyarakat, dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan serta pesatnya pertumbuhan usaha rumah makan, restoran dan hotel, maka kebutuhan sayuran segar semakin meningkat. Selada dataran rendah biasanya memiliki umur panen 30- 40 hari setelah tanam. Menggunakan teknologi hidroponik adalah salah satu cara untuk meningkatkan produksi selada. Dengan demikian, selada dapat menjadi tanaman percontohan untuk mempelajari pupuk organik cair sebagai pengganti nutrisi yang ditanam secara hidroponik. Dengan sistem hidroponik, perkembangan tanaman selada diharapkan dapat ditingkatkan dengan adanya campuran pupuk cair yang terbuat dari kotoran kambing dan limbah cair tahu.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian penggunaan pupuk organik dari kotoran kambing dengan limbah cair tahu untuk mengetahui pertumbuhan dan produksi tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) menggunakan sistem teknik hidroponik.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kandungan unsur hara makro N, P, K dan kandungan mikro (Mn dan Fe) pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi?
2. Bagaimana kombinasi pupuk organik cair hidroponik yang optimal pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi dengan teknik hidroponik?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kandungan unsur hara makro N, P, K dan kandungan mikro (Mn dan Fe) pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi dengan teknik hidroponik.
2. Menganalisis dan menentapkan kombinasi pupuk organik cair hidroponik yang optimal pada pupuk cair kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi dengan teknik hidroponik.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberi informasi efektivitas kotoran kambing dan limbah cair tahu terfermentasi sebagai nutrisi alternatif yang dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan juga hasil tanaman selada (*Lactuca sativa L*) serta dapat mengurangi limbah di lingkungan.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pupuk organik cair (POC) hasil fermentasi limbah cair tahu dan kotoran kambing hanya mampu memenuhi standar mutu pada unsur kalium (K), sementara kandungan nitrogen (N), fosfor (P), mangan (Mn), dan besi (Fe) masih berada di bawah standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian, sehingga mutu POC tersebut belum sepenuhnya layak sebagai pupuk organik cair berkualitas.
2. Kombinasi POC kotoran kambing dan limbah cair tahu menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan POC kotoran kambing dan kontrol, namun masih di bawah pemberian AB Mix dan POC limbah cair tahu. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis dari kombinasi pupuk.

B. Saran

1. Perlu dilakukan optimalisasi proses fermentasi untuk meningkatkan kandungan unsur hara dalam POC, misalnya dengan penambahan inokulan mikroba atau pengaturan waktu fermentasi.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi kombinasi pupuk cair ini dengan pupuk lain untuk meningkatkan efektivitas pemupukan pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyenah, A., Napoleon, A & Bambang, Y. (2015), 'Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu sebagai Pupuk Cair Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*)', Jurnal Penelitian Sains, vol. 17, no. 3

Amin, A.A., A.E. Yulia dan Nurbaiti. (2017). Pemanfaatan limbah cair tahu untuk pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Jurnal Online Mahasiswa Bidang Pertanian.

Anggraini, S., S. Aji, dan B. Sitorus. (2018). Pengaruh pemberian limbah cair tahu dan interval waktu terhadap pertumbuhan tanaman bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) Di pre nursery. Agroprimatech 2: 25 – 35.

Ariyantoro, A., & Hardiatmi, H. (2015). Pengaruh jenis media tanam dan konsentrasi pupuk daun terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian, 14(1), 11–19.

Asmoro, Y. (2008). Pemanfaatan limbah tahu untuk peningkatan hasil tanaman petsai (*Brassica chinensis*). Jurnal Bioteknologi. 5 (2): 51 – 55.

Cahyono, B. (2014). Teknik Budidaya Daya dan Analisis Usaha Tani Selada. CV. Aneka Ilmu. Semarang.

Cahyono. (2005). Budidaya Tanaman Sayuran. Penebar Swadaya. Jakarta.

Ci, Z., et al. (2023). Precise management of hydroponic nutrient solution pH: The effects of minor pH changes and MES buffer molarity on lettuce physiological properties. Plants, 9(7), 837.

Hartatik, W dan L.R Widowati. (2005). Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005. Bogor.

Hartus, T. (2008). Berkebun Hidroponik Secara Murah. Edisi IX. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.

Hidayat, R., & Prasetyo, E. (2018). Evaluasi Kandungan Mangan dalam Pupuk Organik dan Dampaknya pada Kualitas Tanah. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 10(3), 210-218.

Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2009). Introduction to plant physiology (4th ed.). John Wiley & Sons.

Jones, J. B. (2005). Hydroponics: A Practical Guide for The Soilless Grower. (Second Edition). CRC Press, USA.

Karsono S, Sudarmodjo, dan Y Sutiyoso. (2002). Hidroponik skala rumah tangga. Agromedia Pustaka, Jakarta

Kuara, R. W. (2022). Pengaruh Penambahan Lindi Organik Dan Air Cucian Beras Terhadap Waktu Pengomposan Sampah Organik. Skripsi.Aceh:UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Kusumawati, K., Muhartini, S. Dan Rogomulyo, R. (2015) "Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian limbah tahu terhadap pertumbuhan dan hasil bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Pada media pasir pantai," Vegetalika

Lingga, P, & Marsono, (2004), Petunjuk Penggunaan Pupuk, Penebar Swadaya, Jakarta

Lingga, P. M. (2001). Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya : Jakarta. Hal. 163.

Mairusmiati. (2011). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Akar dan Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bayam (*Amaranthus hybridus*) dengan Metode Nutrient Film Technique (NFT). Skripsi .Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Massa, G. D., et al. (2010). Evaluation of the growth and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a closed recirculating hydroponic system. Revista Brasileira de Engenharia

Agrícola e Ambiental, 14(12), 1365–1373.
<https://www.redalyc.org/journal/1803/180353882011/html/>

Maulani, D. (2021). Pengaruh konsentrasi pupuk daun terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.). Agrorektan: Jurnal Agronomi dan Rekayasa Pertanian, 4(2), 45–54.

Mulyani, E., & Hidayat, R. (2019). Studi Peningkatan Kadar Besi dalam Pupuk Organik Cair melalui Penambahan Sumber Besi Mineral. Jurnal Hortikultura Indonesia, 12(2), 112-119.

Nazaruddin. (2003). Sayuran Dataran Rendah. Penebar Swadaya. Jakarta.

Novita., F. D. (2009). Pengaruh Frekuensi Dan Konsentrasi Penyiraman Air Limbah Pembuatan Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). (skripsi). Malang: Universitas Islam Negeri Malang.

Novriani. (2014). Respon Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Terhadap pemberian pupuk organik cair asal sampah organik pasar. J. Klorofil.

Nugraha, A., Widodo, W., & Purnomo, E. (2019). Pengaruh media tanam dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Jurnal Produksi Tanaman, 7(9), 1646–1654.

Nugraha, R. U. (2014). Sumber Hara Sebagai Pengganti AB mix pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. Departemen Agronomi dan Holtikultura: Institut Pertanian Bogor.

Nurul, H. (2016). Pengaruh Pemberian Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). Jurnal Agrotopika Hayati (3)3; 48-49.

Palupi, W, Wisnu, EM dan Koesriharti. (2019), ‘Pengaruh Dosis Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Selada Merah (*Lactuca sativa* L.)’, Jurnal Produksi Tanaman, vol. 7, no. 2, hlm. 283-290

Pracaya, (2004). “Hama dan Penyakit Tanaman”, PT. Penebar Swadaya, Jakarta

Pranata, A. S. (2004). Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Prasetyo, E., & Santoso, W. (2021). Effect of Liquid Organic Fertilizer Derived from Soybean Waste on the Growth and Yield of Tomato Plants. Journal of Plant Nutrition, 44(5), 673-683.

Purboseno, S., Nurfitriani, F., & Hasanah, L. (2025). Respon tanaman cabai terhadap variasi konsentrasi pupuk pada sistem fertigasi. Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, 10(1), 112–121.

Purwati, MS, (2013), Pertumbuhan bibit karet (*Hevea brasiliensis* Muel. Arg.) asal okulasi pada pemberian okulasi dan pupuk cair bintang kuda laut, Jurnal Agrivor ,vol. 12, no.1, hal. 35–44.

Putra, A. R., Hadi, S., & Wulandari, E. (2019). Pengaruh Pupuk Hayati AB Mix terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada. Jurnal Agronomi Indonesia, 47(2), 120-128.

Rahayu, D., Santoso, H., & Wijaya, T. (2021). Efektivitas Kombinasi Pupuk Organik Cair terhadap Aktivitas Mikroba dan Produktivitas Tanaman. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 23(1), 45-54.

Rahmah, Atikah., M. Izzati., S. Parman. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica chinensis* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *Saccharata*). Buletin Anatomi dan Fisiologi 12(1) : 65-71.

Resh, H. M. (2013). Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower (7th ed.). CRC Press.

Rohmah YS, Nurlaelah I dan Prianto A. (2016). Pengaruh Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomea reptans Poir*) secara Hidroponik pada Konsentrasi yang Berbeda, *Quagga*, vol.8 no.2

Saenab, S., M.H.I.A. Muhdar, F. Rohman dan A.N. Arifin. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar) Kota Makassar.

Sally, Y. P. Budianto, M. W. K. Hakim, dan W. E. Kiyat.(2019). Potensi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas untuk skala industri rumah tangga di Provinsi Banten. *Agrointek* 13: 43 – 53.

Samsudin, W., M. Selomo, dan M. F. Natsir. (2018). Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan effektive mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan* 1: 1 – 14.

Sari, D. P., & Wulandari, S. (2019). Pengaruh Penambahan Mikroelemen Mn pada Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(1), 34-40.

Sari, M., Nasution, S., & Lubis, R. (2020). Pengaruh POC Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada. *Jurnal Hortikultura*, 30(1), 60-67.

Setiawan, A., & Nurhadi, B. (2020). Analisis Kandungan Unsur Mikro pada Pupuk Organik Cair dari Limbah Pertanian. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 15(2), 89-97.

Setyowati, D., & Wulandari, D. (2017). Karakterisasi Pupuk Organik Cair dari Limbah Organik dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agritech*, 37(3), 235-244.

Siti Ngaisah. (2012). Pengaruh Kombinasi Limbah Cair Tahu Dan Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Pada Pertumbuhan Dan Hasil Panen Kailan (*Brassica oleracea Var. Acheptala*), *Jurnal Biologi Fakultas SAINTEK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*.

Smith, A., & Dunn, B. (2016). Optimizing hydroponic crop production: A multifaceted approach to EC, pH and nutrient management. *Horticulture International Journal*, 1(2), 45–52.

Soeseno S. (1999). Bisnis sayuran hidroponik. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sudarmono. (1997). Mengenal dan merawat tanaman hias ruangan. Yogyakarta.

Sunarjono, H. 2014. Bertanam 30 Jenis Sayur. Penebar Swadaya. Jakarta.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates

Toiby, A. R., Rahmadani, E., & Oksana, O. (2016). Perubahan sifat kimia tandan kosong kelapa sawit yang difermentasi dengan EM4 pada dosis dan lama pemeraman yang berbeda. *Jurnal Agroteknologi*, 6(1)

Trivana, L dan Pradhana, A.Y. (2017). Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. *Jurnal Sains Veteriner*, 35(1), 136–144.

Wahyuni, S., & Pratiwi, R. (2018). Pengaruh Penambahan Fe-EDTA pada Pupuk Organik Cair Terhadap Ketersediaan Besi dan Pertumbuhan Tanaman Selada. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 45-53.

Wibowo, S. (2021). Aplikasi Sistem Aquaponik Dengan Hidroponik Dft Pada Budidaya Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*). *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 125–133.

Wijayanti, E. (2018). Pengaruh Fermentasi Kotoran Kambing terhadap Kandungan Nutrisi dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 15(2), 98-105.

Wulandari, R., Suryanto, P., & Wicaksono, K. (2020). Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.). *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 12–21.

Zhang, J., H. Wang, Y. Xiao, J. Tang, C. Liang, F. Li, H. Dong, dan W. Xu. (2017). A simple approach for synthesizing of fluorescent carbon quantum dots from tofu wastewater.

