

## KUALITAS PUPUK ORGANIK CAIR DARI BEBERAPA KOMPOSISI LIMBAH CAIR TAHU DAN DAUN GAMAL SEBAGAI BAHAN PUPUK

**Nova D. Lussy<sup>1)\*</sup>, Lenny M. Mooy<sup>1)</sup>, Lena Walunguru<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang,  
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes Lasiana Kupang P.O.Box. 1152, Kupang 85011

\*e-mail korespondensi: [novadeviyanti1977@gmail.com](mailto:novadeviyanti1977@gmail.com).

### ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi limbah cair tahu dan daun gamal terhadap beberapa sifat kimia POC. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politani Negeri Kupang, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan berupa komposisi antara limbah cair tahu (l) dan daun gamal (kg), yaitu: 6:0,5; 6:1; 6:1,5; 6:2; 6:2,5; dan 6:3. Variabel pengamatan terdiri atas analisis kadar C-organik, pH, dan beberapa unsur hara makro dan mikro. Data diolah secara statistik dengan mengambil nilai rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) komposisi limbah cair tahu dan daun gamal berpengaruh pada kualitas POC; 2) Komposisi bahan POC 6:2,5 dan 6:3 memberikan kadar N, P, dan K tertinggi dibanding komposisi lainnya; serta 3) Kadar hara mikro POC berfluktuatif. Kadar Fe dan B tertinggi pada komposisi 6:2; kadar Cu, Zn, dan Mn tertinggi pada komposisi 6:3; serta kadar Cu tertinggi pada komposisi 6:2,5.*

**Kata kunci :** limbah cair tahu, daun gamal, komposisi, POC, hara

### ABSTRACT

*Research aims to determine effect of composition of tofu and gamal leaf liquid waste on several chemical properties LOF. The research was carried out at the Kupang State Politani Plant Protection Laboratory, using a Complete Random Design (CRD) with six treatments and three replicates. The treatment is composition of tofu liquid waste (liters) and gamal leaves (kg), namely: 6:0.5; 6:1; 6:1,5; 6:2; 6:2,5; and 6:3. Observation variables were C-organic, pH, and several macro and micro nutrients. Data based on mean value. Research results showed 1) composition of tofu and gamal leaf liquid waste affected quality of LOF; 2) Composition of POC 6:2.5 and 6:3 has highest levels of N, P, and K; and 3) micronutrient content of LOF fluctuates. Highest Fe and B content in a composition of 6:2; highest levels of Cu, Zn, and Mn in a composition of 6:3; and highest Cu content in a composition of 6:2.5.*

**Keywords:** tofu liquid waste, gamal leaves, composition, LOF, nutrient

## PENDAHULUAN

Kualitas pupuk organik cair (POC) dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti: aktivator (EM4), bahan dan ukuran bahan, suhu, pH, dan lama fermentasi (Br. Purba, 2019). Faktor bahan pupuk yang memberikan pengaruh terhadap mutu pupuk berkaitan dengan jenis bahan yang digunakan, jumlahnya, dan atau komposisi bahan baku POC. Dua jenis bahan organik yang dapat dijadikan bahan baku pupuk dan mudah diperoleh di Nusa Tenggara Timur (NTT), khususnya Kota Kupang, memiliki nilai ekonomis rendah, namun mengandung hara khususnya N, P, K yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman jika diberikan dalam kisaran konsentrasi, dosis, dan atau interval pemberian yang tepat adalah limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal yang masih segar.

Limbah cair dari proses pembuatan tahu merupakan hasil sampingan dari olahan kacang kedelai menjadi tahu, seperti sisa air rendaman dan air tahu yang tidak menggumpal yang umumnya limbah ini ditampung atau dibuang/dialirkan ke aliran air tanpa dilakukan pengelolaan limbah secara tepat sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan. Hasil analisis limbah cair tahu yang dilakukan Amin, *dkk.*, (2021) diperoleh bahwa limbah cair dari proses pembuatan tahu mengandung nitrogen (N) 1,24%; fosfor ( $P_2O_5$ ) 5.54%; kalium ( $K_2O$ ) 1,34%; dan C-Organik 5,803%. Potensi ini menyebabkan limbah cair dari proses pembuatan tahu dapat menjadi sumber bahan organik dalam pembuatan POC dan ada pula yang dicampur dengan bahan organik lainnya dengan maksud untuk meningkatkan mutu khususnya kandungan hara pupuk, seperti daun tanaman gamal. Daun tanaman gamal mengandung 3,15% N; 0,22% P; 2,65% K; 1,35% Ca; dan 0,41% Mg (Novriani, 2016). Lussy, *dkk.*, (2022) menghasilkan POC dari campuran limbah cair dari proses pembuatan tahu dengan daun tanaman gamal memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil bayam khususnya tinggi, jumlah daun, bobot segar dan berat kering tanaman.

Hasil analisis POC limbah cair dari proses pembuatan tahu yang diteliti Lussy, *dkk.*, (2022) diperoleh kadar N 0,01%,  $P_2O_5$  0,002%, dan  $K_2O$  0,05%. sedangkan penelitian Nasution, *dkk.*, (2022) yang menambahkan daun gamal sebanyak 400g ke limbah cair dari proses pembuatan tahu dalam pembuatan POC berpotensi

mengayakan kandungan hara pupuk khususnya hara N, P, K, dan C-organik dibanding penambahan daun gamal sebanyak 200 g, perubahannya adalah kadar N dari 988,88 ppm menjadi 1250,57 ppm; kadar P menjadi 1626,51 ppm; dan untuk kadar K menjadi 2987,45 ppm. Selanjutnya Aditya dan A. Qoidani (2017) yang menguji kualitas POC berbahan bonggol pisang (padatan) dan bahan organik cair berupa limbah cair cucian beras dan air kelapa (larutan) komposisi 1:3; 2:3; dan 3:3 menghasilkan POC perbandingan 3:3 (padatan dan larutan) adalah yang optimal karena memiliki kadar hara pupuk khususnya N 101.41 ppm; P dalam bentuk  $P_2O_5$  sebanyak 233.84 ppm, dan K ( $K_2O$ ) 2.007.74 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penganekaragaman bahan pupuk mempengaruhi kualitas pupuk yang dihasilkan.

Penelitian tentang kualitas pupuk organik cair (POC) pada beberapa komposisi bahan pupuk bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan baku POC (limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal) terhadap beberapa sifat kimia POC serta mendapatkan komposisi bahan pupuk yang memberikan mutu POC terbaik.

## METODE PENELITIAN

### **Penentuan Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, sejak bulan April sampai Oktober 2023.

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, adalah: ember plastik, pengaduk, jerigen, botol, timbangan, gelas ukur, pisau, baki, gayung, papan perlakuan, plastik kresek, dan kain saring. Bahan yang digunakan yaitu: limbah cair dari proses pembuatan tahu, daun tanaman gamal, aktuator EM4, gula pasir, dan air.

### **Teknik Analisis Data**

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor

tunggal. Faktor yang diuji adalah komposisi bahan pupuk, yaitu: perbandingan antara larutan (limbah cair dari proses pembuatan tahu) dengan padatan (daun tanaman gamal) sebanyak 6 taraf dengan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan, yaitu:

- K1 = 6 : 0,5 (limbah cair tahu 6 l: daun gamal 0,5 kg)
- K2 = 6 : 1 (limbah cair tahu 6 l : daun gamal 1 kg)
- K3 = 6 : 1,5 (limbah cair tahu 6 l : daun gamal 1,5 kg)
- K4 = 6 : 2 (limbah cair tahu 6 l : daun gamal 2 kg)
- K5 = 6 : 2,5 (limbah cair tahu 6 l : daun gamal 2,5 kg)
- K6 = 6 : 3 (limbah cair tahu 6 l : daun gamal 3 kg)

Data hasil penelitian berupa hasil analisis beberapa sifat kimia POC, yaitu: pH, C-organik, N, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, dan B diolah secara statistik menggunakan ukuran pemusatan yaitu nilai rata-rata atau mean yang selanjutnya digunakan untuk pembahasan berdasarkan nilai rata-rata tersebut.

### **Prosedur Penelitian**

Pembuatan POC berbahan limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal pada beberapa komposisi bahan dilakukan dengan cara:

1. Larutan biakan dibuat untuk setiap unit percobaan, caranya dengan melarutkan gula pasir 100 g dalam air sebanyak 500 ml kemudian aktuator (EM4) sebanyak 100 ml dituangkan ke dalam larutan gula sambil diaduk hingga tercampur merata dan didiamkan selama 20 menit.
2. Limbah cair dari proses pembuatan tahu (6 l) dituangkan ke dalam wadah (ember) dan diberi larutan biakan yang telah disiapkan sebelumnya (point 1) sambil diaduk hingga merata.
3. Daun tanaman gamal yang telah dicincang dan ditimbang sesuai perlakuan, yaitu: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 kg. Setelah ditimbang, daun tersebut ditambahkan ke setiap bahan pupuk (point 2) sesuai perlakuan sambil diaduk hingga dinilai telah tercampur merata.
4. Bahan pupuk dalam ember selanjutnya ditutup dengan plastik yang diikat agar tertutup rapat dan tercipta suasana anaerob untuk mendukung proses fermentasi.

5. Setiap 3 hari sekali, bahan pupuk diaduk untuk mengeluarkan gas hasil fermentasi. Proses fermentasi dilakukan selama 30 hari,
6. Hari ke-30 proses fermentasi, plastik penutup dibuka dan campuran bahan pupuk disaring untuk memisahkan cairan dan ampasnya. Cairan ditampung dalam wadah (jerigen) dan siap digunakan sebagai POC untuk tanaman.
7. POC yang dinilai matang adalah POC dengan ciri terdapat serat-serat putih di permukaan bahan pupuk dan cairannya, penutup bagian dalam terdapat tetesan air, aroma pupuk seperti aroma hasil fermentasi (aroma tape), dan warna kuning kecoklatan.

### **Variabel Pengamatan**

Variabel pengamatan terdiri aas: beberapa sifat kimia POC limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal dengan enam komposisi bahan (sesuai perlakuan). Sifat kimia tersebut, yaitu: C-organik, pH, dan beberapa unsur hara makro dan mikro. Sampel POC diambil secara komposit sebanyak 250 ml dari ketiga ulangan untuk setiap perlakuan kemudian dikompositkan (digabungkan). Hasil komposit tersebut diambil sebanyak 300 ml POC dikemas dalam botol plastik dan dikirim ke Laboratorium untuk dianalisis. Pengiriman sampel ditujukan ke Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Faperta-IPB).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pupuk organik cair yang dibuat dari beberapa komposisi limbah cair dari proses pembuatan tahu dengan daun tanaman gamal dinilai berhasil (matang) karena terdapat serat-serat putih pada permukaan bahan pupuk, terdapat tetesan air pada bagian dalam penutup ember, terjadi perubahan aroma menjadi aroma tape (hasil fermentasi) dengan warna kuning kecoklatan (Gambar 1).



Gambar 1. Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tahu dan Daun Gamal, (a) Tampilan bahan pupuk setelah fermentasi 30 hari, (b) Contoh POC dari beberapa komposisi

Hasil analisis kualitas POC limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal pada beberapa komposisi bahan pupuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Kimia POC Limbah Cair dari Proses Pembuatan Tahu dan Daun Tanaman Gamal pada Beberapa Komposisi Bahan Pupuk

Perlakuan (Komposisi)	Kandungan Beberapa Sifat Kimia POC										
	pH	C-Org	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe	Cu	Zn	Mn	Mo	B
Satuan	-	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
6 : 0,5	5,55	5,84	0,03	0,01	0,08	6,29	0,53	1,43	1,15	0,63	1,38
6 : 1	5,31	9,83	0,04	0,02	0,11	10,69	0,48	1,22	2,95	0,52	2,01
6 : 1,5	5,14	13,67	0,05	0,02	0,13	10,11	0,70	1,37	3,38	0,53	1,61
6 : 2	5,34	16,45	0,07	0,02	0,16	23,49	0,66	1,27	3,49	0,63	1,71
6 : 2,5	5,45	0,73	0,09	0,03	0,20	8,70	0,87	1,25	4,47	0,52	4,69
6 : 3	5,79	0,72	0,11	0,03	0,19	7,88	0,89	1,70	4,56	0,48	3,56
Standart	4 - 9	Min	N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O			90 -	25 -	25 -	25 -	2 -	12 -
Mutu *)		10	2- 6			900	500	500	500	10	250

Sumber: Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Faperta- IPB (2023).

Keterangan: Komposisi: Perbandingan Limbah C air Tahu (liter) dan Daun Gamal (g)

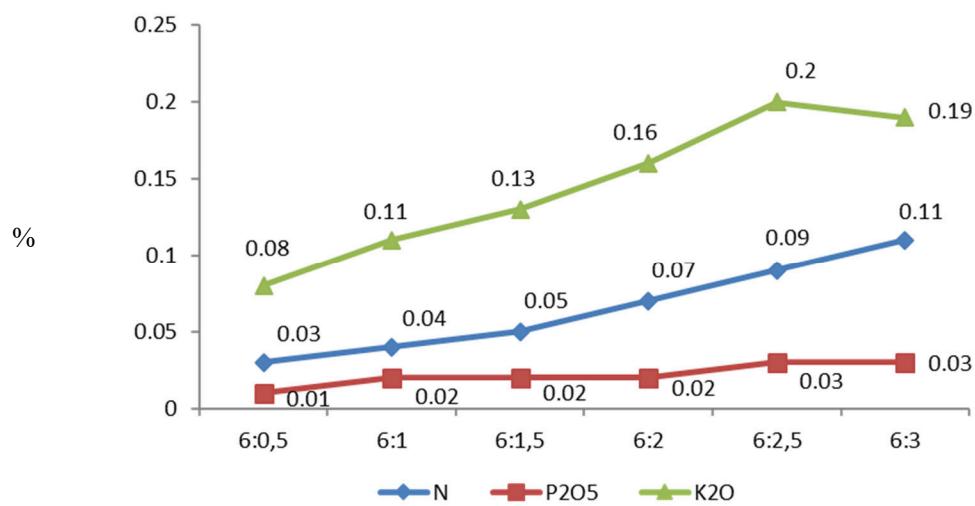
\*) Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

Pupuk organik cair yang dibuat dengan beberapa komposisi bahan antara limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal secara umum belum memenuhi standart mutu pupuk organik cair. Akan tetapi jika dilihat dari standart masing-masing komponen maka untuk nilai pH POC semua komposisi bahan pupuk yang dicobakan telah memenuhi standart mutu. Selain itu, POC dari komposisi limbah cair tahu dan daun gamal 6 : 1,5 (13,67%) dan 6 : 2 (16,45%) untuk kandungan C-organiknya telah memenuhi standart yang ditetapkan. Kadar C-organik pupuk dipengaruhi oleh laju akumulasi bahan pupuk, laju penguraian dan humifikasi yang bergantung pada faktor lingkungan. Kadar C-organik berhubungan dengan kadar bahan organik (Sari, dkk., 2023).

### a. Kadar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O

Tabel 1. menampilkan hasil analisis kadar hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O POC dari beberapa komposisi limbah cair tahu dan daun tanaman gamal menunjukkan adanya perbedaan kadar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O akibat perbedaan komposisi bahan pupuk (Gambar 2).

Kadar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O dalam POC berbahan limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal secara umum meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah daun tanaman gamal yang diberikan. Gambar 2. menampilkan kadar N POC terbanyak terdapat pada komposisi limbah cair tahu dan daun gamal 6:3 sebesar 0,11%. Penambahan daun gamal sebagai bahan pupuk akan meningkatkan kadar N POC yang dihasilkan. Hal ini karena daun gamal mengandung unsur nitrogen (N) sebesar 3,15% yang jika diurai akan memberikan sumbangan hara N dalam pupuk dan apabila jumlahnya ditingkatkan maka akan berdampak pada peningkatan hara khususnya N dalam pupuk.



Gambar 2. Kadar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O pada Beberapa Komposisi Limbah Cair Tahu dan Daun Gamal

Penelitian Nasution, *dkk.*, (2017) menyatakan bahwa kandungan nitrogen meningkat sejalan dengan peningkatan penambahan daun tanaman gamal dalam limbah tahu. Penambahan daun tanaman gamal 400 g (N 1.250,57 ppm) dibandingkan dengan penambahan daun tanaman gamal 200 g (N 988,88 ppm). Hal ini membuktikan bahwa penambahan daun gamal sebagai bahan pupuk

dapat meningkatkan kadar N pupuk tersebut, Pernyataan ini didukung oleh Makiyah (2013) dalam penelitiannya yang membuktikan bahwa penambahan tanaman matahari meksiko sebanyak 7 kg dalam limbah cair tahu 200 ml menghasilkan POC dengan kadar N sebesar 732 ppm (lama fermentasi 4 hari); 694 ppm (8 hari) dan 621 ppm (12 hari). Hal ini didukung oleh pernyataan Rukmayanti dan Ratnawaty (2020) bahwa jumlah bahan pupuk yang mengandung protein dan gula ditingkatkan jumlahnya maka akan meningkatkan kadar nitrogen (N) karena protein diurai menjadi asam-asam amino dan diubah lagi menjadi nitrat yang akhirnya mempengaruhi kadar N pupuk.

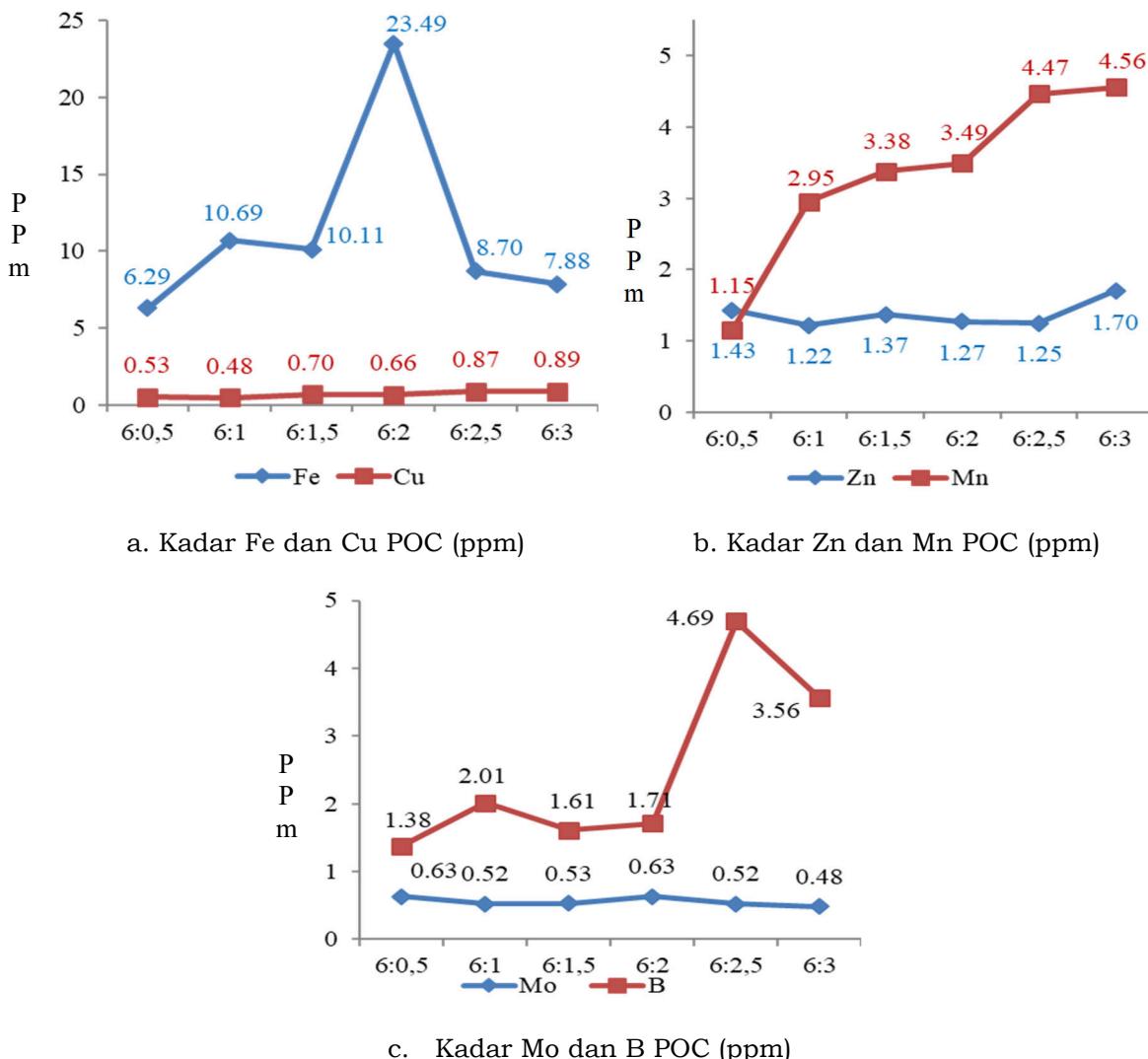
Gambar 2. juga menampilkan kadar hara  $P_2O_5$  POC meningkat sejalan dengan peningkatan penambahan daun gamal dan tertinggi pada POC dengan perbandingan 6 : 2,5 dan 6 : 3 yaitu kadar  $P_2O_5$  sebesar 0,03%. Sejalan dengan peningkatan hara N akibat penambahan daun gamal dalam pembuatan POC maka secara umum, kadar  $P_2O_5$  dalam POC juga meningkat dengan penambahan bahan pupuk tersebut. Daun gamal juga mengandung unsur  $P_2O_5$  sebesar 0,22% yang jumlahnya akan bertambah sejalan dengan peningkatan jumlah daun gamal yang digunakan, Akibatnya proses penguraian senyawa organik khususnya yang mengandung  $P_2O_5$  akan bertambah dan berdampak pada kadar  $P_2O_5$  dalam POC. Hal ini sejalan dengan pernyataan Makiyah (2013) bahwa kadar  $P_2O_5$  dalam POC akan bertambah tinggi dengan semakin banyaknya tanaman (tanaman matahari meksiko) yang sejalan dengan Nasution, dkk., (2017) bahwa kandungan  $P_2O_5$  tertinggi pada POC yang ditambahkan daun tanaman gamal sebanyak 400 g yaitu 1.626,51 ppm (hari kelima fermentasi). Selanjutnya Hayati, dkk., (2008) dalam Nasution, dkk., (2017) menambahkan bahwa terdapat hubungan antara kadar  $P_2O_5$  dan kadar N dalam pupuk organik. Kadar N semakin tinggi maka mikroorganisme pengurai P akan meningkat, sehingga mempengaruhi peningkatan kadar P dalam pupuk organik cair.

Kadar  $K_2O$  dalam POC juga meningkat dengan penambahan daun gamal hingga perbandingan bahan 6 : 2,5 (0,2 %) sedangkan untuk 6 : 3 cenderung turun menjadi 0,19%. Sejalan dengan peningkatan pemberian daun gamal sebagai bahan pupuk yang dicampurkan dengan limbah cair tahu maka kadar  $K_2O$  pupuk yang dihasilkan juga bertambah, Hal ini, karena selain daun gamal

mengandung N dan P, juga terdapat K sebesar 2,65%. Kandungan K dalam daun gamal akan terurai saat berlangsung fermentasi dan berdampak pada kadar  $K_2O$  dalam POC.

### b. Beberapa Unsur Hara Mikro

Beberapa unsur hara mikro POC yang dianalisis, terdiri atas: besi (Fe), tembaga (Cu), zink (Zn), mangan (Mn), molibdat (Mo) dan boron (B). Keenam unsur hara mikro ini memiliki kandungan yang bervariasi antar perlakuan yang diuji. Kadar Fe berkisar antara 6,29–23,49 ppm; kadar Cu dari 0,48–0,89 ppm; kadar Zn berkisar antara 1,22–1,70 ppm; kadar Mn dari 1,15–4,56 ppm; Mo dari 0,48–0,63 ppm; dan kadar B berkisar dari 1,38–4,69 ppm (Gambar 3).



Gambar 3. Kadar Beberapa Hara Mikro POC pada Beberapa Komposisi Limbah Cair Tahu dan Daun Gamal

Gambar 3. menginformasikan bahwa kadar beberapa hara mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, dan B) dalam POC berbahan limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal bervariasi. Kadar Fe dan B tertinggi pada komposisi bahan pupuk 6:2; kadar Cu, Zn, dan Mn tertinggi pada perbandingan 6:3; sedangkan untuk kadar Cu tertinggi pada perbandingan 6:2,5.

Beberapa hara mikro yang dianalisis memberikan kadar yang berfluktuatif sejalan dengan perbedaan komposisi bahan pupuk yang dicobakan. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh aktivitas mikroba yang berperan dalam proses mineralisasi bahan organik dan juga dapat pula terjadi karena adanya pemakaian kembali ion-ion logam tersebut oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Sejalan dengan pernyataan Makiyah (2013) bahwa penurunan kadar hara mikro dapat terjadi karena logam-logam khususnya Cu, Fe, dan Mn yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Apabila proses fermentasi diteruskan maka diperoleh hasil (kadar hara) yang sedikit dibanding dengan sebelumnya.

## SIMPULAN

1. Komposisi bahan POC yaitu limbah cair dari proses pembuatan tahu dengan daun tanaman gamal memberikan pengaruh pada kualitas POC khususnya pH, kadar C-organik, N, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, dan B.
2. Pupuk organik cair yang dibuat dari bahan limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal dengan komposisi 6:2,5 dan 6:3 memberikan kadar N, P, dan K tertinggi dibanding komposisi bahan pupuk lainnya.
3. Unsur hara mikro pada berbagai komposisi bahan pupuk (limbah cair dari proses pembuatan tahu dan daun tanaman gamal) menghasilkan kadar yang berfluktuatif. Kadar Fe dan B tertinggi pada komposisi 6:2; kadar Cu, Zn, dan Mn tertinggi pada komposisi 6:3; sedangkan untuk kadar Cu tertinggi pada komposisi 6:2,5.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aditya, C., & A. P. Qoidani. 2017. Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Bonggol Pisang melalui Proses Fermentasi. Departemen Teknik Kimia Industri, Institut Teknologi Sepuluh November. Retrieved from <https://repository.its.ac.id/47744/>.
- Amin, A. Al., A. En Yulia, & Nurbaiti. 2021. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). JOM FAPERTA: 4(2). 1-11. Retrieved from <https://www.neliti.com/id/publications/199537/>.
- Br Purba. E. S. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Limbah Cair Tahu dan Daun Lamtoro dengan Penambahan Bioaktivator EM4 terhadap Kandungan Fosfor dan Kalium Total., FKIP, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Pertanian RI Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. 2019. Retrieved from <https://psp.pertanian.go.id/2019/04/keputusan-menteri-pertanian-nomor-261-kpts-sr-310-m-4-2019-tentang-persyaratan-teknis-minimal-pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pembentahan-tanah/>.
- Lussy, N. D., C. T. Br. Pandjaitan dan C. Namah. 2022. Pertumbuhan dan Hasil Bayam yang diberi POC Limbah Cair Tahu dan Daun Gamal dengan Lama Fermentasi Berbeda. PARTNER. TAHUN 27 No. 1; 1710 – 1722.
- Makiyah, M. 2013. Analisis Kadar N, P, dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*). Skripsi. FMIPA-Universitas Negeri Semarang. <http://lib.unnes.ac.id/19664/1/4311409041.pdf>.
- Nasution, H. Henny D.J., U. Laira, dan Wahyuningsih. 2017. Photon: Pemanfaatan Limbah Cair Tahu dan Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai Pupuk Organik Cair dengan Metoda Fermentasi dengan Aktivator EM4. Jurnal Photon 8(1). 127-135. Retrieved from <https://jurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/>.
- 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 2016; XI(1);15–19.. Retrieved from <https://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/>.
- Rukmayanti dan R. Fadillah. 2020. Analisis Kualitas Pupuk Organik Cair (POC) dari Bahan Baku Sayuran, Buah-buahan dan Ikan. Retrieved from <https://eprints.unm.ac.id/16609/1/jurnal%20fiks%20rukmayanti.pdf>.
- Sari, R., Maryam, dan R. A. Yusmah. 2023. Penentuan C-Organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Keberlanjutan Umur

Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 12. NO. 1; 11-19.