

**DINAMIKA UNSUR HARA MAKRO DAN MIKRO PADA PROSES  
PEMBUATAN PUPUK ORGANIK DARI LIMBAH SAYUR DAN BUAH PASAR  
TRADISIONAL DENGAN TEKNIK EMBER TUMPUK**

***DYNAMICS OF MACRO AND MICRO ELEMENTS IN THE PROCESS OF  
MAKING ORGANIC FERTILIZER FROM TRADITIONAL MARKET  
VEGETABLE AND FRUIT WASTE WITH A STACKED BUCKET TECHNIQUE***

***Dinda Setya Kirana<sup>1)</sup>, Riska Widia Wahyuni<sup>1)</sup>, Ali Munawar<sup>1)</sup>\*, Partoyo<sup>2)</sup>, dan  
Sari Virgawati<sup>2)</sup>***

Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

\*) Corresponding author E-mail: [ali.munawar@upnyk.ac.id](mailto:ali.munawar@upnyk.ac.id)

**ABSTRACT**

Organic waste from vegetables and fruits in traditional markets has not been managed properly and even tends to be a pollutant for the surrounding environment. The waste can potentially be used as raw material for making organic fertilizer. This study aims to determine the content of macronutrients namely N, P, and K, and micronutrients Fe, Mn, and Cu in leachate and remaining compost solids from the composting process with the Stacked Bucket Technique, determine the quality of liquid and solid organic fertilizer (POC and POP) results from making organic fertilizer with the Pile Bucket Technique and determine the best POC harvest time to get the highest N, P, K, Fe, Mn, and Cu content in making (POC) with the Stacked Bucket Technique from vegetable and fruit organic waste. The method used is descriptive qualitative with direct observation in the field and making liquid organic fertilizer and quantitative method with laboratory analysis. Parameters observed include pH, C-organic content, N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe, Mn, and Cu in leachate and compost solids. The data obtained were then presented in tabular form and compared with the data in the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 concerning Minimum Technical Requirements for Organic Fertilisers. The results showed that the highest total concentration of Micro Nutrients N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O POC was in the 10th week at 0.204%. The highest concentration of micronutrients Fe, Mn, and Cu was in the 10th week of 10.26 ppm, 0.46 ppm, and 3.31 ppm. All POC harvests produced have not been able to meet POC quality standards. The compost solids produced for macro-nutrients have met the POP quality requirements of 5.351%. While Micronutrient elements still do not meet POP quality requirements.

***Keywords: organic waste, POC, stacked bucket, N, P, K, Fe, Mn, and Cu.***

**ABSTRAK**

Limbah organik yang berasal dari sayuran dan buah-buahan di pasar tradisional belum dikelola dengan baik, bahkan cenderung menjadi bahan pencemar bagi lingkungan di sekitarnya. Limbah tersebut berpotensi dimanfaatkan untuk menjadi bahan baku pembuatan pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan hara makro yaitu N, P, dan K dan hara mikro Fe, Mn, dan Cu pada lindi dan sisa padatan kompos dari proses pengomposan dengan Teknik Ember Tumpuk, mengetahui kualitas hasil pupuk organik cair dan padat (POC dan POP)

hasil pembuatan pupuk organik dengan Teknik Ember Tumpuk dan mengetahui waktu panen POC yang terbaik untuk mendapatkan kandungan N, P, K, Fe, Mn, dan Cu tertinggi pada pembuatan (POC) dengan Teknik Ember Tumpuk dari limbah organik sayur dan buah. Metode yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dengan pengamatan langsung di lapangan dan pembuatan pupuk organik cair serta metode kuantitatif dengan analisis laboratorium. Parameter yang diamati meliputi pH, kadar C-organik, N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe, Mn dan Cu pada lindi dan padatan kompos. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang kemudian dibandingkan dengan data di Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total konsentrasi tertinggi Pada Unsur Hara Mikro N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O POC yaitu pada minggu ke-10 sebesar 0,204%. Konsentrasi tertinggi Hara Mikro Fe, Mn, dan Cu yaitu pada minggu ke-10 sebesar 10,26 ppm, 0,46 ppm dan 3,31 ppm. Seluruh pemanenan POC yang dihasilkan belum dapat memenuhi Standar mutu POC. Padatan kompos yang dihasilkan untuk unsur Hara Makro sudah memenuhi syarat mutu POP yaitu sebesar 5,351%. Sedangkan untuk unsur Hara Mikro masih belum memenuhi syarat mutu POP.

***Kata kunci: limbah organik, POC, ember tumpuk, unsur N, P, K, Fe, Mn, dan Cu***

---

## PENDAHULUAN

Limbah merupakan hasil buangan yang kehadirannya di lingkungan tidak dikehendaki karena tidak memiliki nilai ekonomis. Menurut Sutarmiyati (2019) limbah dibedakan menjadi 2 berdasarkan senyawanya, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik dapat berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, daun-daun kering dan sebagainya. Limbah anorganik yaitu limbah yang sulit diuraikan atau bahkan tidak dapat diuraikan, contoh limbah anorganik yaitu plastik kemasan dan baja.

Limbah organik sayur dan buah di pasar tradisional belum dikelola dengan baik. Limbah organik yang dibiarkan akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan tidak dikehendaki. Selain itu limbah organik akan menjadi sarang penyakit bagi lingkungan sekitarnya karena akan mengundang berbagai vektor penyakit. Limbah organik yang dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair (POC) dan kompos atau pupuk organik padat (POP)

Pupuk organik cair (POC) merupakan larutan hasil dari pembusukan bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan atau manusia yang memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu unsur (Lingga dan Marsono, 2003). Menurut Rokhayati dan Nibras (2017) POC memiliki kelebihan mudah diserap oleh tanaman. Pupuk organik cair dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian hama daun (*bio-control*), tidak meninggalkan residu serta tidak mencemari lingkungan.

Pada pembuatan POC biasanya perlu mencampurkan bahan-bahan dengan penambahan bahan lain seperti molase sebagai sumber makanan mikroorganisme dan bioaktivator sebagai sumber mikroorganismenya. Namun dengan cara tersebut kita perlu membeli bahan-bahan tersebut sehingga memerlukan biaya yang lebih dan prosesnya tidak praktis. Terdapat salah satu teknik pembuatan POC yang lebih sederhana, yaitu Teknik Ember Tumpuk (TET).

Teknik Ember Tumpuk merupakan alat pembuat POC yang berasal dari 2 ember bekas yang disusun bertingkat dengan ukuran yang sama. Pembuatan POC dengan teknik ini diawali dengan memasukkan limbah organik di ember atas kemudian dibiarkan terjadi pengomposan dengan bantuan larva Hi (*Hermetia illucens*) selama waktu tertentu

(Yuwono, 2019). Hasil akhir dari teknik ini yaitu cairan lindi di ember bawah yaitu sebagai POC. Pembuatan POC dengan TET dapat mendatangkan keuntungan ganda yaitu kesehatan (kebersihan) lingkungan dan meningkatkan ekonomi rumah tangga. Pada pembuatan POC dengan TET sesungguhnya juga dihasilkan bahan-bahan padatan tersisa di dalam ember atas selama dan setelah proses pelindian selesai. Bahan ini dapat juga digunakan sebagai pupuk organik padat (POP) atau sebagai bahan pembenah tanah organik (*organic ammendment*). Berdasarkan uraian tersebut dilakukan penelitian pemanfaatana terhadap limbah organik pasar tradisional sebagai bahan baku pembuatan POC khususnya untuk unsur hara makro N,P, dan K serta unsur hara mikro Fe, Mn dan Cu sebagai unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

## **METODE PENELITIAN**

Percobaan dilaksanakan di Lahan pekarangan di Desa Jatisawit, Balecatur, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta pada bulan September 2022 sampai bulan Desember 2022. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu seperangkat alat ember tumpuk dan bahan pembuatan POC yaitu limbah sayur dan buah. Limbah sayur berasal dari Pasar Tradisional Gamping, sedangkan limbah buah berasal dari Pasar Buah Gemah Ripah.

Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan dengan pengamatan di lapangan mengenai jenis limbah yang dihasilkan di sampel pasar serta bagaimana keadaan dan penanganan limbah dan pembuatan pupuk organik cair. Kemudian untuk metode kuantitatif dengan analisis laboratorium. Hasil uji yang didapat dianalisis secara kualitatif dan dibandingkan dengan Standar mutu Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter utama yaitu kandungan C organik, pH dan unsur hara N, P, K, Fe, Mn, dan Cu pada lindian yang dipanen pada minggu ke 2, 4, 6, 8, dan 10. Selain itu juga terdapat parameter pendukung yaitu kandungan unsur hara N, P, K, Fe, Mn, dan Cu pada bahan segar POC dan hasil padatan kompos pada ember atas.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pasar Buah Gemah Ripah dan Pasar Tradisional Gamping**

Pasar Buah Gemah Ripah merupakan salah satu pasar induk buah yang berada di Jalan Gampingan No.10, Patukan, Ambarketawang, Kapanewon Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Di pasar Buah Gemah Ripah semua pedagang menjual buah-buahan dalam skala besar. Dari semua buah yang dijual menghasilkan buah yang cacat sehingga dibuang oleh pedagang. Berdasarkan wawancara dengan pedagang pasar Buah Gemah Ripah, pedagang hanya menaruh buah yang cacat dalam krat atau tong sampah yang berada didepan kios atau ruko dan nantinya limbah tersebut akan diangkut oleh petugas kebersihan menggunakan truk ke tempat pembuangan akhir di Piyungan.

Pasar Tradisional Gamping merupakan pasar yang berada didepan Pasar Buah Gemah Ripah. Pedagang di pasar ini berbeda dengan pasar buah Gemah Ripah. Pedagang tidak hanya berjualan sayuran saja, tetapi ada juga pedagang yang berjualan sembako,

makanan ringan, dll. Berdasarkan wawancara dengan pedagang Pasar Tradisional Gamping pembuangan limbah oleh pedagang dilakukan di depan ruko. Limbah tersebut nantinya akan diangkut oleh petugas kebersihan ke TPS (tempat pembuangan sementara) yang berada di belakang pasar dan setiap hari di angkut oleh truck untuk dibuang ke tempat pembuangan akhir di Piyungan.

Dari kedua pasar tersebut sebetulnya tidak terjadi permasalahan mengenai penanganan limbah yang dihasilkan, tetapi yang menjadi permasalahan yaitu penumpukan limbah di TPA Piyungan yang berdampak negative pada lingkungan. Berdasarkan penelitian sebelumnya Ramadhan *et al.* (2018), dilaporkan bahwa air lindi dari TPA Piyungan sudah mencemari air tanah disekitarnya, sehingga air tersebut tidak layak konsumsi karena akan berdampak buruk bagi kesehatan. Selain itu juga terjadi pada air sungai yang berada disekitar TPA Piyungan tidak dapat digunakan untuk irigasi pertanian. Dari hal tersebut, maka dengan adanya pemanfaatan limbah organik untuk pembuatan pupuk organik cair akan sedikit mengurangi pembuangan limbah ke TPA Piyungan.

### **Pengoperasian Ember Tumpuk**

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan POC menggunakan 3 ember yang sama sebagai ulangan. Pembuatan POC dengan Teknik Ember Tumpuk dilakukan dengan menambahkan limbah buah-buahan terlebih dahulu. Jenis buah yang dimasukan yaitu buah yang mengalami pembusukan karena akan mengeluarkan bau yang disukai oleh larva Hi (mengundang induk lalat Hi untuk datang meletakkan telurnya). Kemudian setelah 1 minggu terdapat magot yang berkembang dan beraktivitas didalamnya maka proses pemasukan limbah sayuran dan buah berikutnya dapat dilakukan. Adapun jenis sayuran yang digunakan yaitu tomat, kemangi, sawi hijau, kol, sawi mie ayam, timun, terong lalap, tomat, pare, seledri, labu siam, daun bawang, selada, dan pakcoy. Kemudian untuk jenis buah-buahan yang digunakan yaitu semangka, mangga, jeruk, melon, apel, kweni, jambu, nanas, alpukat, belimbing dan pir Pemasukan limbah campuran sayur dan buah dilakukan 2 minggu sekali dimulai pada tanggal 23 September hingga 18 November 2022. Adapun jumlah limbah yang dimasukkan ke dalam ember tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Total jumlah limbah yang dimasukkan dalam satu ember

JENIS LIMBAH	Jumlah limbah (gr)					
	16/09/22	23/09/22	7/10/22	21/10/22	4/11/22	18/11/22
Buah-buahan	10.000	4.029,3	6.316,3	4.785	3.606,3	3.398
Sayuran	0	2.296,3	1.448,3	718	761	770

Total jumlah limbah pada Tabel 4.1 dihitung berdasarkan jumlah limbah yang didapatkan saat pengambilan sampel di Pasar. Limbah buah dan sayuran yang dimasukkan kedalam ember atas tersebut kemudian dibiarkan terurai. Limbah tersebut akan mengalami penguraian dengan bantuan larva Hi (*Hermetia illucens*). Larva tersebut dihasilkan *Black Soldier Fly* (BSF) yang menghinggap pada sekeliling badan ember atas dibawah tutup ember. Lalat tersebut akan bertelur kemudian menghasilkan larva yang akan menggerogoti limbah. Limbah tersebut lama kelamaan akan mengalami penguraian dan menghasilkan cairan yang menetes ke ember bawah yang selanjutnya menjadi POC. Setelah mencapai waktu pemanenan cairan POC dipanen dengan mengambil melalui kran plastik yang ada di ember bawah. Adapun hasil pemanenan POC setiap 2 minggu tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Volume POC selama proses pemanenan

Ulangan	Jumlah Hasil lindi (ml)					Total
	7/10/22	21/10/22	4/11/22	18/11/22	5/12/22	
EMBER 1	11.400	5.850	4.200	3.000	3.600	28.050
EMBER 2	10.100	5.150	2.400	4.800	4.800	27.250
EMBER 3	12,750	5.500	4.200	4.800	3.500	30.750

Selain lindi (POC), terdapat hasil juga yaitu padatan yang berada di ember atas. Jumlah padatan dihitung di akhir pemanenan. Padatan berasal dari sisa limbah sayur dan buah-buahan yang telah terurai oleh maggot. Adapun jumlah padatan yang dihasilkan tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah padatan (kompos) selama proses pemanenan

Ulangan	Jumlah Padatan (gram)
EMBER 1	7.129,30
EMBER 2	7.230,27
EMBER 3	5.753,41

Padatan yang diperoleh dapat dijadikan pupuk kompos namun perlu dikeringkan terlebih dahulu. Teknik pembuatan POC menggunakan teknik ember tumpuk ini selain menghasilkan bahan utama yaitu POC juga menghasilkan pupuk padatan yang dapat dijadikan sebagai pupuk kompos untuk tanaman.

### **Kandungan pH, Rasio C/N, C-Organik, Unsur Hara Makro dan Mikro POC Tingkat Kemasaman (pH)**

Tingkat kemasaman (pH) digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat atau larutan. Hasil analisis tingkat kemasaman (pH) pada proses pemanenan POC tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Tingkat Kemasaman (pH) POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata pH POC
Minggu 2	5,27
Minggu 4	5,47
Minggu 6	5,73
Minggu 8	5,80
Minggu 10	5,67

Berdasarkan hasil Tabel 4. pada minggu ke-2 menunjukkan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan pemanenan lainnya. Hal ini terjadi karena terjadinya penguraian bahan organik menjadi asam-asam organik. Kemudian pada beberapa pemanenan terjadi peningkatan pH pada POC, hal ini menunjukkan terjadinya proses fermentasi yang berjalan dengan baik. Menurut Dewilda dan Darfyolanda (2017), kenaikan pH yang terjadi karena pada proses pengomposan akan dihasilkan amonia dan gas nitrogen sehingga nilai pH berubah menjadi basa karena aktivitas bakteri yang meningkat.

### **Rasio C/N**

Rasio C/N adalah perbandingan Karbon dan Nitrogen total pada bahan organik. Pada suatu pembuatan pupuk organik cair perlu memperhatikan C/N pada pupuk. Hasil rasio C/N pada POC tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Rasio C/N POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata C/N
Minggu 2	29,25
Minggu 4	20
Minggu 6	48,16
Minggu 8	22,99
Minggu 10	13,61

Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan nilai C/N pada POC mengalami kenaikan dan penurunan. Penurunan rasio C/N terjadi selama masa pengomposan diakibatkan adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi dan hilang dalam bentuk CO<sub>2</sub>, sedangkan nitrogen digunakan mikroba untuk sintesis protein dan pembentukan sel-sel tubuh sehingga kandungan karbon semakin lama semakin berkurang dan kandungan nitrogen yang tinggi.

### Kadar C-Organik

Karbon merupakan unsur penting pembangun bahan organik, karena sebagian besar (58%) bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik (BO). Kadar C-Organik POC dianalisis menggunakan metode *Walkley and Black*. Hasil analisis kadar C-organik tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Kadar C-Organik POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata Kadar C-Organik (%)
Minggu 2	1,667
Minggu 4	2,267
Minggu 6	2,433
Minggu 8	2,600
Minggu 10	2,400

Berdasarkan Tabel 6. menunjukkan nilai C-organik yang berbeda-beda pada POC setiap pemanenan. Hal ini karena keragaman bahan yang dimasukkan selain itu juga karena C digunakan sebagai sumber energi mikroorganisme dan hilang dalam bentuk CO<sub>2</sub>. Hal ini sejalan dengan Graha *et al.* (2015), unsur karbon (C-organik) sangat dibutuhkan dalam pengomposan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan pembentukan sel.

### Unsur Hara Makro POC

#### Kadar Nitrogen Total

Nitrogen (N) merupakan bagian dari semua sel hidup. Apabila tanaman mendapatkan N cukup, maka akan terlihat baik pertumbuhan vegetatifnya seperti warna daun hijau tua. Sebaliknya kekurangan N pada tanaman akan menyebabkan daun menguning, pertumbuhan kerdil dan gagal panen (Munawar, 2011). Hasil analisis Nitrogen pada POC tersaji dalam Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7. menunjukkan nilai N-total yang berbeda-beda pada POC setiap pemanenan. Kenaikan dan penurunan Nitrogen terdandung pada pemberian bahan dan mikroorganisme dalam merombak bahan organik. Kadar N terendah ada pada pemanenan minggu ke-2, hal ini karena pada kondisi tersebut mikroorganisme yang mampu menghasilkan nitrat pada proses nitrifikasi masih

dalam proses adaptasi dengan lingkungannya (Meriatna *et al.*, 2018). Menurut Mulyadi *et al.* (2013) perubahan nilai N pada setiap perlakuan berbeda-beda karena kecepatan mikroba yang mengurai berbeda. Selain itu bahwa mikroorganisme selain merombak bahan organik menjadi lebih sederhana, juga menggunakan bahan organik untuk aktivitas metabolisme hidupnya.

Tabel 7. Rerata Kadar Nitrogen (%) POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata Kadar Nitrogen (%)
Minggu 2	0,090
Minggu 4	0,114
Minggu 6	0,090
Minggu 8	0,114
Minggu 10	0,180

### Kadar Fosforus Total

Fosforus (P) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur P bagi tanaman berfungsi dalam perkembangan buah, biji, bunga, dan mendorong pematangan buah. Tanaman yang kekurangan unsur P akan menunjukkan gejala antara lain tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan akar kurang baik, pematangan buah terlambat dll. Hasil analisis kadar P pada POC disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%) POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
Minggu 2	0,0047
Minggu 4	0,0053
Minggu 6	0,0044
Minggu 8	0,0048
Minggu 10	0,0051

Berdasarkan Tabel 8. menunjukkan nilai P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang berbeda-beda pada POC setiap pemanenan. Menurut Syafri *et al.* (2017), kecepatan mikroorganisme dalam mengurai bahan fermentasi berbeda-beda sehingga memerlukan adaptasi lingkungan sekitar terlebih dahulu untuk menggunakan bahan organik untuk aktivitas kehidupannya. Apabila jumlah mikroorganisme kurang maka proses perombakan bahan organik dan proses asimilasi P oleh mikroorganisme juga kurang sehingga fosforus kurang termanfaatkan, begitu pun sebaliknya jika jumlah mikroorganisme cukup maka proses perombakan bahan organik berjalan sempurna. Sementara itu, menurut Rasyid (2017), mineralisasi P terjadi karena terdapat enzim fosfatase yang dihasilkan oleh sebagian mikroorganisme. Fosforus berada dalam dua bentuk yaitu P-organik dan P-anorganik.

### Kadar Kalium Total

Unsur hara K pada tanaman sangat berperan penting dalam translokasi dan akumulasi karbohidrat, membuka dan menutupnya stomata, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit (meningkatnya pembentukan senyawa fenol yang bersifat fungisida) serta meningkatkan kualitas biji, batang, dan buah. Hasil analisis Kadar K total pada POC tersaji dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Kadar K<sub>2</sub>O (%) POC pada setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata Kadar Kalium (%)
Minggu 2	0,011
Minggu 4	0,012
Minggu 6	0,012
Minggu 8	0,011
Minggu 10	0,020

Berdasarkan Tabel 9. menunjukkan nilai K<sub>2</sub>O yang berbeda-beda pada POC setiap pemanenan. Kenaikan dan penurunan kadar K<sub>2</sub>O dapat terjadi karena beberapa hal seperti K yang terdapat pada POC digunakan untuk aktivitas mikroorganisme. K digunakan oleh mikroorganisme dalam substrat sebagai katalisator. Menurut Mawardi dan Purnomo (2014) K digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan K. K dapat diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur.

### Unsur Hara Mikro POC

#### Kadar Fe (ppm)

Besi diserap oleh tanaman dalam bentuk Fe<sup>2+</sup>. Analisis kandungan unsur mikro Fe menganalisis sampel pada alat Spektrofotometri UV-Vis. Adapun hasil analisis yang didapatkan tersaji dalam tabel 10.

Tabel 10. Rerata kadar Fe pada POC setiap pemanenan

Perlakuan	Rerata Kadar Fe (ppm)
Minggu 2	3,13
Minggu 4	9,92
Minggu 6	5,78
Minggu 8	9,74
Minggu 10	10,26

Perlakuan waktu pemanenan menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan unsur mikro Fe setiap dilakukan pemanenan. Berdasarkan Tabel 2 waktu pemanenan pada POC menunjukkan kadar Fe yang bervariasi setiap dilakukan pemanenan. Kandungan Fe pada minggu ke-2 memiliki nilai yang paling rendah dikarenakan dekomposer seperti mikroorganisme dan larva BSF sedang melakukan penyesuaian pada lingkungan yang membantu perombakan limbah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Kusumawati *et al.*, (2018) larva BSF mampu menguraikan sampah dimulai dari hari ke 7 sampai hari ke 40 setelah larva diberi makanan sampah yang akan diuraikan. Kandungan Fe pada minggu ke-10 menghasilkan nilai yang paling besar dibandingkan dengan minggu lainnya.

#### Kadar Mn (ppm)

Mangan diserap oleh tanaman dalam bentuk Mn<sup>2+</sup> dan ditranslokasikan sebagai kation bebas bervalensi dua dalam xylem dari akar ke tajuk tanaman. Analisis kandungan unsur mikro Mn dilakukan dengan menganalisis sampel dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Adapun hasil analisis yang didapatkan tersaji dalam Tabel 11.

Tabel 11. Rerata Kadar Mn pada POC setiap pemanenan

<b>Perlakuan</b>	<b>Rerata Kadar Mn (ppm)</b>
Minggu 2	0,40
Minggu 4	0,42
Minggu 6	0,46
Minggu 8	0,40
Minggu 10	0,46

Berdasarkan Tabel 11. pada minggu ke-2 POC dengan TET memiliki kandungan nilai Mn yang paling kecil yaitu sebesar 0,40 ppm. Kemudian pada minggu selanjutnya yaitu minggu ke 4 dan 6 kandungan Mn ini meningkat menjadi 0,42 ppm dan 0,46 ppm. Pada minggu ke-8 kandungan Mn ini menurun sehingga memiliki nilai 0,4 ppm. Pada minggu ke-10 yang merupakan minggu terakhir dari proses pemanenan POC ini menghasilkan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan minggu sebelumnya yaitu sebesar 0,46 ppm. Peningkatan kadar Mn pada POC ini didapatkan karena terjadinya pertumbuhan larva BSF dan mikroorganisme yang sangat cepat sehingga hal ini membantu proses dekomposisi pada bahan berupa limbah buah-buahan dan sayuran. Larva BSF memiliki kemampuan dekomposisi yang cepat sehingga unsur Mn ini dapat terurai. Rendahnya kadar Mn yang didapatkan bisa disebabkan karena larva BSF dan mikroorganisme belum beradaptasi dengan lingkungan. Rendahnya Mn juga bisa terjadi karena kandungannya dalam limbah sayuran dan buah-buahan lebih sedikit dibanding unsur lainnya.

#### **Kadar Cu (ppm)**

Tembaga diserap oleh tanaman dalam bentuk  $\text{Cu}^{2+}$ . Analisis kandungan unsur mikro Cu dilakukan dengan metode AAS. Adapun hasil analisis yang didapatkan tersaji dalam Tabel 12.

Tabel 12. Rerata kadar Cu pada POC setiap pemanenan

<b>Perlakuan</b>	<b>Rerata Kadar Cu (ppm)</b>
Minggu 2	1,81
Minggu 4	2,12
Minggu 6	2,62
Minggu 8	2,63
Minggu 10	3,31

Berdasarkan Tabel 12. waktu pemanenan pada POC menunjukkan adanya peningkatan unsur mikro Cu dari minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-10. Pada minggu ke-2 menghasilkan kandungan Cu yang paling kecil diantara minggu lainnya yaitu sebesar 1,81 ppm. Kemudian, pada minggu ke-4 sampai minggu ke 8 semakin meningkat yaitu sebesar 2,12 ppm, 2,62 ppm, 2,63 ppm. Pada minggu terakhir yaitu minggu ke-10 POC mengandung Cu yang paling tinggi diantara minggu lainnya yaitu sebesar 3,31 ppm.

Kandungan Cu yang rendah pada minggu ke-2 bisa disebabkan karena dekomposer seperti mikroorganisme dan larva BSF sedang melakukan penyesuaian dengan lingkungan sehingga proses dekomposisi menjadi lambat. Selain itu, mikroorganisme pada saat awal masih mengalami fase *lag* yaitu masa

mikroorganisme menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, sel pada fase awal ini tidak terjadi perubahan jumlah sel (Rofle *et al.*, 2012). Kandungan Cu yang semakin lama semakin meningkat ini dikarenakan larva BSF dan mikroorganisme terus tumbuh sehingga membantu dalam proses penguraian sehingga unsur logam seperti Cu memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan minggu sebelumnya.

**Hasil akhir parameter berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.**

Tabel 13. Rerata Parameter POC sesuai dengan Syarat Mutu POC

Parameter	Rerata Parameter					Syarat Mutu *)
	Minggu ke					
	2	4	6	8	10	
C-Organik (%)	1,667	2,267	2,433	2,600	2,400	Min 10%
Rasio C/N	29,25	20	48,16	22,99	13,61	≤ 25
N-total+K <sub>2</sub> O+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,105	0,131	0,106	0,130	0,204	2- 6 %
pH	5,27	5,47	5,73	5,80	5,67	4 - 6
Fe (ppm)	3,13	9,92	5,78	9,74	10,26	90 – 900 ppm
Mn (ppm)	0,40	0,42	0,46	0,40	0,46	25 – 500 ppm
Cu (ppm)	1,81	2,12	2,62	2,63	3,31	25 – 500 ppm

\*)Syarat Mutu menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Berdasarkan Tabel 13, parameter C-organik pada seluruh pemanenan POC masih dibawah syarat mutu POC. Pada Rasio C/N minggu ke 10 menunjukkan angka 13,61 yang berarti sudah memenuhi syarat mutu POC yaitu kurang dari atau sama dengan 25. Kemudian untuk kadar N-total, K<sub>2</sub>O, dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> setelah dijumlahkan juga belum memenuhi syarat mutu POC. Sedangkan untuk parameter pH POC memenuhi syarat mutu POC. Maka dapat disimpulkan kadar unsur hara makro baik N, P, maupun K pada POC belum memenuhi Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Cair menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Kemudian untuk kadar unsur mikro Fe, Mn, dan Cu yang dihasilkan dari semua hasil pemanenan belum bisa memenuhi persyaratan teknis minimal mutu POC berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.261/KPTS/SR/M/2019.

**Kandungan Nutrisi dan pH padatan**

Kompos pada ember atas pada akhir panen dilakukan pengambilan sampel, kemudian dikeringanginkan. Setelah dikeringanginkan, kompos dihaluskan dan dianalisis sesuai parameter penelitian. Adapun hasil analisis kompos disajikan dalam Tabel 11.

Berdasarkan Tabel 14. parameter C-organik pada hasil padatan berjumlah 45,328%. Kadar C-organik pada hasil padatan memenuhi standar mutu pupuk organik padat karena nilainya lebih dari 15%. Pada parameter C/N menunjukkan nilai 9,631 dan memenuhi standar mutu pupuk organik padat karena ≤ 25 menurut Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat. Hasil analisis kadar unsur hara makro N, P, K setelah ditambahkan berjumlah 5,531% dan memenuhi standar mutu minimal pupuk organik padat yaitu minimal 2%. Nilai pH padatan menunjukkan nilai 6,5 dan sesuai dengan persyaratan mutu pupuk organik padat yaitu 4-9.

Tabel 14. Rerata Kadar Hara Makro, Mikro dan pH Padatan (kompos)

Parameter	Rerata Hasil Uji (kadar)	Standar mutu *)
C organik (%)	45,328	Min 15%
Nitrogen (%)	4,706	Min 2%
Fosforus (%)	0,455	
Kalium (%)	0,190	
C/N	9,631	≤25%
pH	6,5	4-9
Fe	28,10	Mak 15.000
Mn	0,01	-
Cu	ttd	-
Mo	0,03	-
Zn	0,28	Mak 5000
B	0,06	-

\*)Syarat Mutu menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Hasil analisis Fe pada hasil padatannya didapatkan nilai sebesar 28,10. Kandungan Fe yang dihasilkan ini berasal dari kandungan awal limbah yang kemudian di dekomposisi oleh larva BSF dan mikroorganisme. Nilai pada unsur logam lainnya seperti Mn, Cu, Mo, Zn dan B memiliki nilai yang sangat kecil. Hasil yang didapatkan tersebut belum memenuhi standar mutu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.261/KPTS/SR/M/2019.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan pupuk organik dari limbah sayur dan buah dengan Teknik Ember Tumpuk menghasilkan total konsentrasi terbaik pada minggu ke 10 yaitu N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O 0,204%, kandungan C-organik sebesar 2,400%, dan pH sebesar 5,67.
2. Nilai unsur hara mikro Fe, Mn, dan Cu tertinggi ada pada minggu ke 10. Hasil yang didapatkan untuk unsur Fe sebesar 10,26 ppm, unsur Mn sebesar 0,46 ppm, unsur Cu sebesar 3,31 ppm.
3. Nilai total konsentrasi N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O pada butir pertama belum memenuhi persyaratan mutu POC. Kemudian untuk seluruh unsur mikro yang dihasilkan juga belum memenuhi standar mutu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.261/KPTS/SR/M/2019.
4. Sementara pada hasil padatan (kompos) total konsentrasi unsur-unsur tersebut sudah memenuhi syarat mutu POP menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewilda, Y. dan F. L. Darfyolanda. 2017. Pengaruh Komposisi Bahan Baku Kompos (Sampah Organik Pasar, Ampas Tahu, Dan Rumen Sapi) terhadap Kualitas Dan Kuantitas Kompos. *Jurnal Teknik Lingkungan Unand*. 14(1):52-61.

- Kusumawati, P. E., Dewi, Y. S., dan Sunaryanto, R. 2018. Pemanfaatan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Untuk Pembuatan Pupuk Kompos Padatan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*. 1(1): 1–12.
- Lingga, P. dan Marsono. 2003. *Petunjuk penggunaan pupuk*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Mawardi dan H. Purnomo. 2014. Pembuatan Pupuk Organik Cair Fermentasi Dari Urin Sapi (*Ferunsa*) Dengan Variasi Penambahan Limbah Darah Sapi Terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair. Politeknik Negeri Semarang: Semarang.
- Meriatna., Suryati., dan A. Fahri. 2018. Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Volume Bio Activator EM4 (*Effective Mikroorganisme*) Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unima* 7(1): 13-29.
- Mulyadi, Y. Sudarno., dan E. Sutrisno. 2013. Studi Penambahan Air Kelapa pada Pembuatan Pupuk cair dari Limbah Cair Ikan Terhadap Kandungan Hara Makro C, N, P, dan K. *Jurnal Pupuk Organik Cair*. 2(4): 1-12
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: IPB Press.
- Rasyid, W. 2017. *Kandungan Fosfor (P) Pupuk Organik Cair (Poc) Asal Urin Sapi Dengan Penambahan Akar Serai (Cymbopogon Citratus) Melalui Fermentasi (Skripsi)*. Makasar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Rolfe, M. D., Rice, C. J., Lucchini, C., Pin, A., Thompson, A. D. S., Cameron, M., Alston, M. F., Stringer, R. P., Betts, J., Baranyi, M. Peck, W., and Hintona. 2012. Lag phase is a distinct growth phase that prepares bacteria for exponential growth and involves transient metal accumulation. *Journal of Bacteriology*. 194 (3): 686-701.
- Rokhayati, U. A., dan N. K. Laya. 2017. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Urine Sapi*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Syafri, R., Chairil., dan D. Simamora. 2017. Analisa Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Industri Keripik Nenas Dan Nangka Desa Kualu Nenas Dengan Penambahan Urin Sapi Dan EM4. *Jurnal Photon*. 8(1): 99–104.
- Sutarmiyati, N. 2019. Kreatifitas Masyarakat Dalam Berwirausaha Dengan Memanfaatkan Limbah Sampah Di Kurungan Nyawa Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sositologi Kreatif*. 3:417-422.
- Yuwono, N. W. 2019. Inovasi Ember Tumpuk untuk Pengelolaan Sampah Organik Rumah Tangga. Dalam: Deviyanti, Jessica (penyunting). *73Knologi Tepat Guna Fakultas Pertanian UGM Mengabdikan*. 2019. Yogyakarta. Lily Publisher. Hlm 64-72.