

Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Urine Kambing Jawa Randu dan Sampah Organik Rumah Tangga

Agam Yogi Fahlevi^{1*}, Zusuf Tri Purnomo¹, Lukhi Mulia Shitophyta¹

¹ Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jl. Kapas No 9 Semaki Kota Yogyakarta 55166 Daerah Istimewa Yogyakarta

*agamfahlevi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.7560>

ABSTRACT

Waste from processed household activities that do not experience good management can cause environmental pollution. The rubbish in the form of vegetable and fruit waste still contains waste that can be further processed to be more useful. Liquid organic fertilizer is fertilizer whose basic ingredients come from animals, plants, or both that have undergone a process of fermentation and its final form is liquid. The making of liquid organic fertilizer from javanese goat urine and household organic waste with the addition of EM4 bioactivators (effective microorganisms) aims to determine the effect of fermentation time length, the effect of adding EM4 bioactivators, and the effect of adding the javanese goat urine with household organic waste compared to household organic waste without the addition of javanese goat urine to the pH, N, P, and K contents in liquid organic fertilizer. The results showed that for the analysis of pH obtained in samples of 4.5 to 8.5, while for the analysis of nitrogen, phosphorus, and potassium the best nitrogen (N) content was 2.3672% in 10 mL EM4 samples with a fermentation time of 21 days. The best phosphorus (P) content was 0.6857% in the 15 mL EM4 samples with a fermentation time of 14 days. And the best potassium (K) content was obtained at 1.0559% in the EM4 samples of 10 mL with a fermentation time of 7 days.

Keyword: liquid organic fertilizer, effective microorganisms, java goat urine

PENDAHULUAN

Sampah merupakan bahan yang tidak digunakan dan terbuang sebagai hasil samping dari suatu proses. Dapat dilihat bahwa bahan terbanyak yang terdapat dalam sampah di beberapa kota di Indonesia merupakan produk sisa tumbuhan sekitar 80-90 % bahkan lebih. Tingginya sisa-sisa sampah yang bisa terdekomposisi menjadi sumber daya yang sangat bermanfaat dan berpotensi sebagai sumber humus, serta sumber unsur hara makro dan mikro, dan sumber pembenah pemulihan tanah (Hadiwiyono, 1983). Sampah memiliki kandungan logam-logam berat, senyawa organik beracun dan patogen, pengomposan yang dapat menurunkan pengaruh senyawa organik beracun dan patogen terhadap lingkungan. Salah satu penanganan sampah organik yang efektif adalah dengan mengolahnya sebagai pupuk organik (Yuwono, 2006).

Sampah organik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati yang dapat di degradasi oleh mikroba atau bersifat *biodegradable*. Sampah

organik sendiri dibagi menjadi sampah organik basah dan sampah organik kering. Istilah sampah organik basah dimaksudkan pada sampah yang mempunyai kandungan air yang cukup tinggi, contohnya: kulit buah dan sisa sayuran. Sedangkan sampah organik kering adalah sampah yang mempunyai kandungan air rendah, contohnya: kayu atau ranting dan dedaunan kering (Cahaya & Nugroho, 2004). Sampah sayur-sayuran merupakan bahan buangan yang biasanya di buang secara *open dumping* tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga akan meninggalkan gangguan pada lingkungan dan bau tidak sedap. Limbah sayuran mempunyai kandungan gizi rendah yaitu: protein kasar sebesar 1-15 % dan serat kasar 5-38 % (Afifudin, 2011).

Kambing juga merupakan penyebab dari pencemaran lingkungan karena limbah yang dihasilkan dari kotoran kambing. Kambing menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya limbah padat dari

Cite this as:

Fahlevi, A.Y., Purnomo, Z.T & Shitophyta, L.M. (2021). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Urine Kambing Jawa Randu dan Sampah Organik Rumah Tangga. *Rekayasa* 14 (1). 84-92. doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.7560>

© 2021 Agam Yogi Fahlevi, Zusuf Tri Purnomo, Lukhi Mulia Shitophyta

Article History:

Received: June 15th 2020; **Accepted:** March, 6th 2021

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

kambing sudah banyak dimanfaatkan sebagai pupuk dasar dalam pertanian, dan limbah cair yaitu urine kambing yang belum dimanfaatkan secara optimal. Produksi urine kambing per ekor mencapai 0,6-2,5 liter per hari, jika dibiarkan akan berdampak pada lingkungan sekitar dan menyebabkan bau yang tidak sedap. Kandungan unsur kimia di dalam urine kambing terdapat kandungan unsur hara N dan K yang sangat tinggi yang mudah diserap oleh tanaman, serta mengandung hormon alami untuk pertumbuhan tanaman (Abdullah *et.al.*, 2011). Urine kambing mengandung kadar nitrogen (N) sebanyak dua kali lipat lebih banyak dibandingkan kotoran ternak padat. Kadar kalium (K) lima kali lipat lebih banyak jika dibandingkan dengan kotoran ternak padat. Urine kambing telah terbukti tidak mengandung mikroorganisme parasit berbahaya seperti bakteri *salmonella* sehingga aman untuk digunakan (Suwito *et.al.*, 2013).

Pupuk organik cair adalah salah satu pupuk sangat berguna dalam usaha mengembalikan kesuburan tanah secara alami, menjadikan produk hasil pertanian terbebas dari bahan-bahan kimia yang berbahaya terhadap kesehatan sehingga aman untuk dikonsumsi manusia (Sundari *et al.*, 2012). Pupuk organik cair mengandung nutrisi, serta mengandung mikroba yang baik untuk tanaman. Mikroba tersebut antara lain: bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, *saccharomyces sp* atau ragi, *actinomyces*, jamur fermentasi (*aspergillus sp*). Mikroorganisme tersebut berperan terhadap tumbuhan, selain sebagai sumber nutrisi terhadap tanah juga dapat mencegah terjadinya penyakit pada tumbuhan. Beberapa manfaat dari pupuk organik cair adalah sebagai penyedia unsur hara bagi tumbuhan, memperbaiki struktur tanah, mengurangi mikroorganisme yang bisa merugikan kesuburan tanah, serta pengaplikasian yang berkelanjutan terhadap tanah akan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi pada tanah sehingga aman terhadap lingkungan (Pancapalaga, 2011). Pupuk organik cair yang berasal dari urine kambing memiliki bentuk cair yang mudah terlarut dalam tanah dan membawa unsur-unsur yang penting untuk kesuburan tanah (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Pengomposan adalah salah satu cara untuk mengubah bahan-bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan memanfaatkan aktivitas mikroba. Kondisi pembuatan dilakukan dalam keadaan aerobik dan anaerobik. Pengomposan aerobik merupakan proses pembusukan bahan organik dengan bantuan

oksigen (udara), produk utama dari proses pembusukan aerobik adalah karbon dioksida (CO₂), air, dan panas. Pengomposan anaerobik merupakan proses pembusukan bahan organik tanpa melibatkan oksigen bebas, produk utama proses pembusukan anaerobik adalah metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), dan senyawa lainnya seperti asam organik. Dalam prinsipnya pembuatan pupuk organik cair ataupun padat adalah pembusukan dengan pemanfaatan aktivitas mikroba. Sehingga kecepatan pembusukan dan kualitas kompos tergantung pada kondisi serta jenis mikroba yang aktif selama proses pembusukan.

Kondisi optimum untuk aktivitas mikroba harus diperhatikan selama proses pembusukan, seperti: aerasi, media tumbuh, serta sumber makanan terhadap mikroba. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi proses pembuatan pupuk organik adalah nilai C/N dalam bahan, ukuran bahan, campuran bahan, mikroba yang bekerja, kelembaban dan aerasi, serta temperatur dan keasaman (pH) (Yulistiawati, 2008).

Penggunaan *effective microorganisms* (EM4) dalam pembuatan pupuk cair bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi. *Effective microorganisms* merupakan kultur campuran berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat seperti: bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi *aktinomisetes*, dan jamur fermentasi yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah. Pemanfaatan EM4 dapat memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan hasil pada tanaman (Jalaluddin *et al.*, 2017).

Untuk mempercepat proses pengomposan umumnya dilakukan dalam kondisi aerob karena tidak menimbulkan bau. Mempercepat proses pengomposan dengan bantuan *effective microorganisms* (EM4) berlangsung secara anaerob (merupakan semi anaerob karena memerlukan sedikit udara dan cahaya). Dengan metode ini, bau yang dihasilkan dapat dihilangkan bila proses dapat berlangsung dengan baik. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak sekitar 80 genus. Dalam proses fermentasi bahan organik, mikroorganisme akan bekerja dengan baik bila kondisinya sesuai. Proses fermentasi akan berlangsung dalam kondisi semi anaerob, pH rendah (3-4), kadar garam dan kadar gula tinggi, kandungan air sedang 30-40 %, adanya mikroorganisme fermentasi, dan suhu sekitar 40-50 °C (Indriani, 2002).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah botol sampel, selang plastik, blender, pisau, nampan, kain saring, kertas lakmus pH, seperangkat alat distilasi, labu ukur, erlenmeyer, beaker gelas, gelas ukur, corong, seperangkat alat titrasi, pipet tetes, pipet ukur, pipet gondok, propipet, baskom, kompor listrik, dan spektrofotometri.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah urine kambing jawa randu, sampah organik rumah tangga (berupa: air cucian beras, sisa sayuran dan buah-buahan, bonggol pisang), cairan bioaktivator EM4, H₂SO₄ pekat, aquades, indikator PP, NaOH 40%, NaOH 0.25 N, dan ammonium molybdate vanadate.

Pembuatan Pupuk

Pupuk organik dibuat dengan mencampurkan dan menghaluskan sampah organik dengan penambahan air cucian beras dan dilakukan penyaringan. Kemudian hasil saringan diambil 100 mL dan dimasukkan ke dalam 8 botol fermentasi, menambahkan urine kambing jawa randu sebanyak 100 mL ke dalam 7 botol fermentasi. Selanjutnya menambahkan 10 mL EM4 ke dalam 6 botol fermentasi yang berisi ekstrak sampah organik dan urine kambing. Dilakukan pula penambahan EM4 5 mL dan 15 mL ke dalam 2 botol fermentasi yang tersisa kemudian dihomogenkan dan ditutup rapat, menunggu waktu fermentasi yakni: 7 hari; 14 hari; dan 21 hari serta setelahnya dilakukan pengujian terhadap pupuk yang dihasilkan.

Pengujian Kadar Nitrogen (N)

Sebanyak 5 mL sampel ditambah 25 mL H₂SO₄ pekat, dilakukan destruksi selama 3 jam hingga warna larutan berubah menjadi orange, dinginkan dan encerkan dalam 500 mL aquadest, mengambil 25 mL sampel dan masukkan ke dalam labu leher 3, tambahkan aquadest 1/3 bagian serta 10 mL NaOH 40%, dilakukan destilasi hingga destilat yang tertampung kurang lebih sebanyak 50 mL, titrasi dengan NaOH 0.25 N dengan ditambah indikator PP 2-3 tetes. Kadar nitrogen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{(V_{smp} - V_{blnk}) \times N \times 14,007 \times FP}{ml\ sampel \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- V_{smp} : volume titrasi sampel
- V_{blnk} : volume titrasi blangko
- N : normalitas NaOH
- FP : faktor pengenceran
- ml sampel : jumlah sampel

Pengujian Kadar Fosfor (P)

Sebanyak 5 mL sampel diencerkan dalam 100 mL aquadest, mengambil 10 mL larutan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambah reagen amonium molybdate vanadate, homogenkan dan diamkan selama 10 menit, mengukur dengan alat spektrofotometri dengan panjang gelombang 440 nm. Kadar fosfor dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$= \frac{BM\ P_2O_4}{BM\ PO_4} \times Abs \times F \times FP \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- BM P₂O₄ : bobot molekul P₂O₄
- BM PO₄ : bobot molekul PO₄
- Abs : absorbansi
- F : faktor koreksi alat
- FP : faktor pengenceran
- ml sampel : jumlah sampel

Pengujian Kadar Kalium (K)

Sebanyak 5 mL sampel diencerkan dalam 500 mL aquadest, kemudian diukur menggunakan alat AAS dengan panjang gelombang 766-768 nm. Kadar kalium dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{Abs \times F \times FP}{ml\ sampel \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- Abs : absorbansi
- F : faktor koreksi alat
- FP : faktor pengenceran
- ml sampel : jumlah sampel

Pengujian Terhadap Tanaman

Pengukuran pertumbuhan tanaman digunakan tanaman jenis kangkung sebagai objek percobaan dengan metode penambahan pupuk cair setiap 5 hari sekali dengan volume penambahan yang sama dan durasi waktu pengamatan selama 30 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

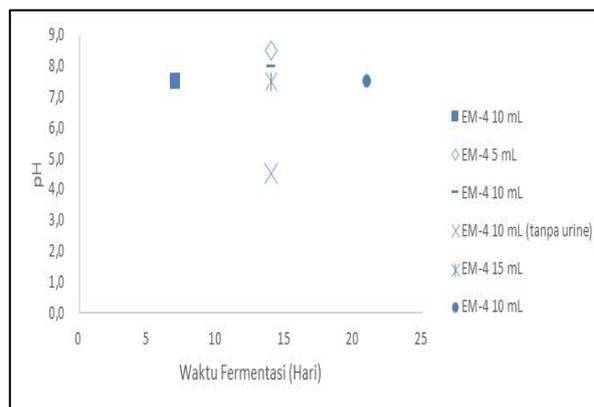
Penelitian dilakukan dengan variabel tetap yaitu penambahan urine kambing dan sampah organik (1:1) serta dengan 3 perlakuan variabel yang berbeda, yaitu: Pertama, variasi lama waktu fermentasi (7 hari, 14 hari, 21 hari) terhadap volume bioaktivator EM4 (10 mL); Kedua, variasi volume penambahan bioaktivator EM4 (5 mL, 10 mL, 15 mL) terhadap lama waktu fermentasi (14 hari); Ketiga, variasi penambahan dengan dan tanpa penambahan urine kambing dengan masing-masing ditambahkan volume bioaktivator EM4 (10 mL) dan lama waktu fermentasi (14 hari). Setelah menunggu hingga waktu fermentasi yang telah ditentukan yakni selama: 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Dimana sampel tersebut disimpan dalam tempat yang memiliki kategori kelembaban yang sedang dan suhu berkisar 40-60 °C. Sehingga dapat terlihat bahwa pada sampel mengalami perubahan warna larutan yang bermula dari hijau tua pekat saat awal pembuatan sebelum proses fermentasi dan setelahnya berubah warna menjadi coklat tua dengan terbentuknya endapan berwarna coklat muda yang menandakan bahwa sampel tersebut telah mengalami proses fermentasi secara sempurna sehingga dihasilkannya pupuk cair.

Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai pH (Keasaman)

Pada waktu fermentasi 7 hari dengan volume EM4 10 mL nilai pH yang di dapat sebesar 7,5. Untuk fermentasi waktu 14 hari dengan EM4 5 mL diperoleh pH sebesar 8,5; volume EM4 10 mL nilai pH yang di dapat sebesar 8; volume EM4 15 mL nilai pH yang di dapat sebesar 7,5; sedangkan volume EM4 10 mL (tanpa urine) nilai pH yang di dapat sebesar 4,5. Pada waktu fermentasi 21 hari dengan volume EM4 10 mL nilai pH yang di dapat sebesar 7,5. Sehingga pada data yang diperoleh dapat dilihat bahwa sampel EM4 dengan penambahan urine kambing jawa randu menjadi lebih basa dan nilai yang didapatkan juga relatif tinggi serta tidak jauh berbeda (Gambar 1).

Hal tersebut disebabkan mikrobia yang berada dalam pupuk tersebut mengalami kondisi pertumbuhan pada fase awal sehingga menyebabkan nilai pH yang diperoleh dapat melewati netral karena adanya penambahan urine kambing yang dapat menyebabkan menjadi basa (Fitria *et al.*, 2008). Kemudian volume EM4 10 mL (tanpa urine) nilai pH yang di dapat sebesar 4,5. Nilai pH yang diperoleh cukup rendah jika

dibandingkan dengan waktu fermentasi yang sama pada sampel dengan penambahan urine kambing. Penyebabnya adalah jumlah mikroba dalam sampel pupuk mengalami perkembangan secara optimal dikarenakan bahan utama sendiri diketahui bahwa di dalam sayuran dan buah-buahan tersebut terdapat berbagai macam kandungan asam yang dapat menyebabkan semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak pula volume EM4 yang ditambahkan maka akan semakin asam pula nilai pH yang di peroleh.



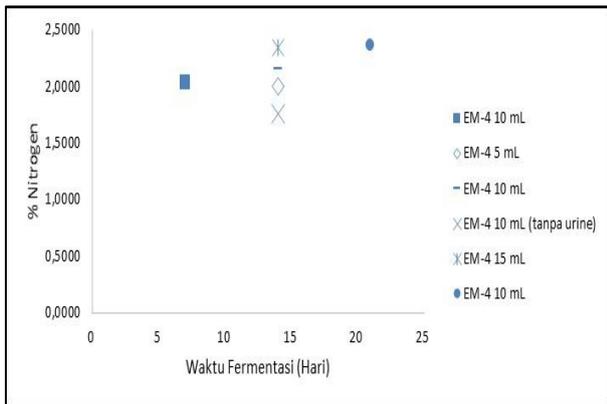
Gambar 1. Data Nilai pH

Berdasarkan standar mutu kualitas pupuk organik berdasarkan peraturan menteri pertanian No.2/Pert./HK.060/2/2006 dengan persyaratan teknis minimal direntan pH 4-8. Hampir semua sampel masuk dalam kriteria, terkecuali sampel pada waktu fermentasi 14 hari dengan volume EM4 5 mL nilai pH yang di dapat sebesar 8,5. Melebihi dari persyaratan teknis minimal yang ada hal ini disebabkan karena penambahan volume EM4 yang terlalu sedikit untuk waktu fermentasi 14 hari dan tidak sebanding dengan penambahan volume urine kambing sehingga masa pertumbuhan mikrobia menjadi semakin lama. Besar kecilnya pH disebabkan oleh aktivitas kelompok mikrobia lainnya, seperti bakteri metanogen yang mengubah asam-asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti metana, amoniak, serta karbon dioksida (Fitria *et al.*, 2008).

Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai Kandungan Nitrogen (N)

Hubungan lamanya fermentasi terhadap persen (%) kandungan nitrogen (N) terukur, dengan perbedaan penggunaan EM4 sebagai bahan aktif biologi dalam proses fermentasi pupuk cair disajikan pada Gambar 2. Hasil kadar persen nitrogen (N) terkecil yang didapatkan terdapat dalam volume EM4 10 mL (tanpa urine) pada waktu

fermentasi 14 hari dengan volume titar pada sampel sebesar 1,54 mL dan pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 1,7649 %. Penyebabnya adalah selama dalam periode masa fermentasi terjadi perkembangan mikroorganisme pada kondisi awal dimana merupakan fase adaptasi yaitu di mulai pada saat inokulasi pada medium pupuk dilakukan, selama fase awal tersebut massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel yang terlalu tinggi. Kondisi ini dapat berpengaruh terhadap kondisi tumbuhan, dikarenakan jika tanamn kekurangan kadar Nitrogen (N) maka tumbuhan dapat mengalami daun kerdil, daun tampak kekuningan, dan sistem perakaran yang tumbuh terbatas (Tejasarwana, 1998). Nilai kadar nitrogen yang rendah juga disebabkan karena pada sampel tidak adanya penambahan urine kambing yang hanya murni berisikan ekstrak sampah organik rumah tangga ditambah EM4 saja sehingga kandungan nitrogen yang diperoleh menjadi minimal dari yang didapatkan. Kandungan sumber nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme yang tersedia mulai berkurang sehingga mikroorganisme tersebut mulai terurai menjadi suatu asam amino yang dilepaskan dimana kemudian di metabolisme lebih lanjut (Volk dan Wheeler, 1989).



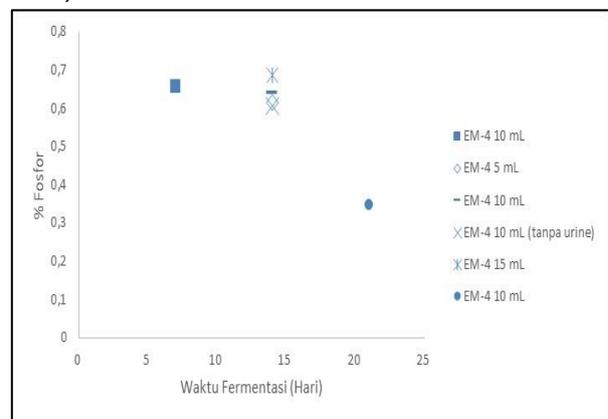
Gambar 2. Data Kandungan Nitrogen (%)

Pada waktu fermentasi 7 hari, 14 hari, dan 21 hari sampel yang ditambahkan urine kambing dengan volume titar pada sampel masing-masing sebesar 1,73 mL; 1,82 mL; dan 1,97 mL pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 2,0310 %; 2,1571 %; dan 2,3672 % meskipun volume EM4 yang diberikan sama yaitu 10 mL tetapi kandungan nitrogen yang di peroleh semakin tinggi. Begitu juga dengan kadar nitrogen pada hari yang sama yaitu 14 hari tetapi volume EM4 yang berbeda yakni 5 mL, 10 mL, dan 15 mL dengan volume titar pada sampel masing-masing sebesar 1,71 mL; 1,82 mL; dan 1,95 mL pada perhitungan diperoleh persen kadar

sebesar 2,0030 %; 2,1571 %; dan 2,3392 % juga mengalami kenaikan pada persen kadarnya. Hal tersebut disebabkan karena pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi nutrisi atau makanan yang ada dimana mikroorganisme mengalami fase eksponensial dimana pembelahan sel mikrooganisme yang sangat cepat terjadi dan dengan nilai nitrogen yang diperoleh semakin tinggi dapat berpengaruh pada tanaman karena bila unsur hara nitrogen berlebih pada tumbuhan dapat mengakibatkan terlambat panen, mudah rubuh, dan rentan terhadap serangan hama dan penyakit (Tobing, 2009). Dari standar mutu kualitas pupuk organik berdasarkan peraturan menteri pertanian No.2/Pert./HK.060/2/2006 dengan persyaratan teknis minimal direntan persen kadar nitrogen < 5 %. Semua sampel masuk dalam kriteria, karena persen kadar yang diperoleh tidak ada yang melebihi 5 % dari persyaratan yang telah ditentukan.

Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Fosfor (P)

Gambar 3 menunjukkan hubungan lama fermentasi terhadap kandungan persen fosfor (P) yang didapatkan, menunjukkan bahwa kandungan fosfor yang di dapat sangat dipengaruhi oleh lamanya proses fermentasi serta banyaknya jumlah EM4 yang ditambahkan. Fosfor di dalam tumbuhan berguna sebagai pembentuk pada bunga, buah, serta biji dan berguna sebagai pengangkut energi di dalam sel tumbuhan yang tidak bisa tergantikan oleh unsur lainnya (Tobing, 2009). Jika Jumlah nitrogen (N) di dalam substrat semakin besar maka jumlah nitrogen yang besar menyebabkan multiplikasi mikroorganisme yang merubah fosfor akan semakin banyak, sehingga kandungan fosfor (P) di dalam pupuk juga meningkat (Hidayati, *et.al.*, 2011).



Gambar 3. Data Kandungan Fosfor (%)

Kandungan fosfor terendah di dapat pada volume EM4 10 mL pada waktu fermentasi 21 hari dengan nilai absorbansi pada sampel sebesar 1,311 A dan pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 0,3478 %. Mulanya nilai absorbansi pada sampel sebesar lebih dari 2,633 A sehingga tidak dapat terbaca oleh alat spektrofotometer yang digunakan, kemudian sampel tersebut diencerkan kembali dengan pengambilan sampel tersebut 10 mL dalam labu ukur 25 mL dengan penambahan aquades hingga tanda batas. Maka diperoleh nilai absorbansi pada sampel tersebut sebesar 1,311 A. Dan saat melakukan perhitungan persen kadar fosfor bahwa kami tidak mengetahui nilai F (faktor kalibrasi spektrofotometer yang digunakan) dan tidak kami cantumkan dalam perhitungan dikarenakan dari pihak laboran juga tidak mengetahuinya.

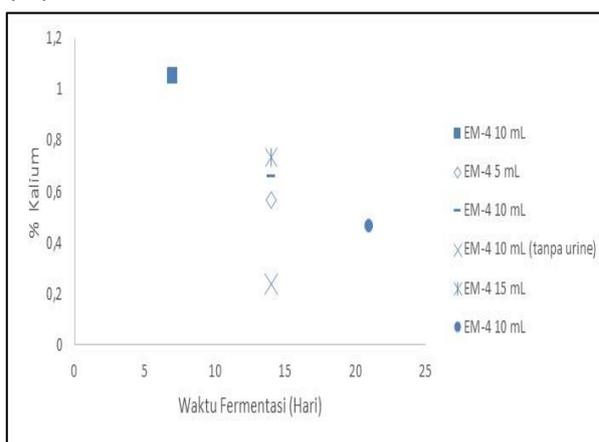
Pada volume EM4 10 mL (tanpa urine) pada waktu fermentasi 14 hari dengan nilai absorbansi pada sampel sebesar 2,285 A dan pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 0,6061 %. Termasuk dalam kadar fosfor rendah, penyebabnya adalah selama proses fermentasi terjadi perkembangan mikroorganisme pada kondisi awal yang merupakan periode dimana terjadi proses adaptasi yang dimulai pada tahap inokulasi pada medium pupuk dilakukan. Selama kondisi awal massa sel bisa berubah tanpa adanya perubahan sel. Selanjutnya setelah perubahan massa terjadi maka pertumbuhan mikroorganisme akan bergerak menuju ke fase eksponensial yaitu pada lama fermentasi ke (14 hari) tetapi penambahan jumlah EM4 yang berbeda yakni 5 mL, 10 ml, dan 15 ml dengan nilai absorbansi pada sampel masing-masing sebesar 2,318 A; 2,420 A; dan 2,585 A sehingga pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 0,6149 %; 0,6419 %; dan 0,6857 %. Mikroorganisme mengalami perkembangan yang optimal terhadap jumlah sel mikroorganisme yang dihasilkan sehingga kandungan fosfor (P) yang di peroleh pun bertambah besar.

Kadar fosfor pada waktu fermentasi 7 hari dan 14 hari sampel yang ditambahkan urine kambing dengan nilai absorbansi pada sampel masing-masing sebesar 2,477 A dan 2,420 A pada perhitungan diperoleh persen kadar sebesar 0,6571 % dan 0,6419 %. Justru mengalami penurunan kadar dikarenakan mikroorganisme yang berkembang menjadi tidak optimal karena semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan.

Berdasarkan standar mutu kualitas pupuk organik berdasarkan peraturan menteri pertanian No.2/Pert./HK.060/2/2006 dengan persyaratan teknis minimal direntan persen kadar fosfor < 5 %, semua sampel masuk dalam kriteria. Hal ini ditunjukkan karena persen kadar yang diperoleh tidak ada yang melebihi 5 % dari persyaratan yang telah ditentukan.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Persen Kalium (K)

Pada Gambar 4 hasil pengukuran kandungan kalium dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah penambahan EM4 maka di peroleh nilai kalium (K) yang semakin meningkat juga. Penyebabnya adalah di karena dengan semakin banyaknya jumlah penambahan EM4 sehingga makin bertambah banyak juga jumlah mikroorganisme selama proses penguraian yang menyebabkan putusnya rantai karbon menjadi rantai karbon yang sederhana, putusnya rantai karbon tersebut menjadi rantai karbon yang sederhana berakibat pada naiknya unsur fosfor dan kalium. Hal tersebut juga dinyatakan oleh (Amanillah, 2011) yang mengatakan bahwa kalium ialah senyawa yang terbentuk dari proses metabolisme bakteri, dimana bakteri memerlukan senyawa ion-ion K^+ bebas yang terdapat pada bahan pembuat pupuk untuk proses mencerna, menyerap, dan mengasimilasi makanan untuk di ubah menjadi energi. Sehingga selama proses fermentasi, kalium bertambah banyak seiring dengan semakin bertambahnya jumlah bakteri yang terdapat dalam bahan penyusun pupuk cair.



Gambar 4. Data Kandungan Kalium (%)

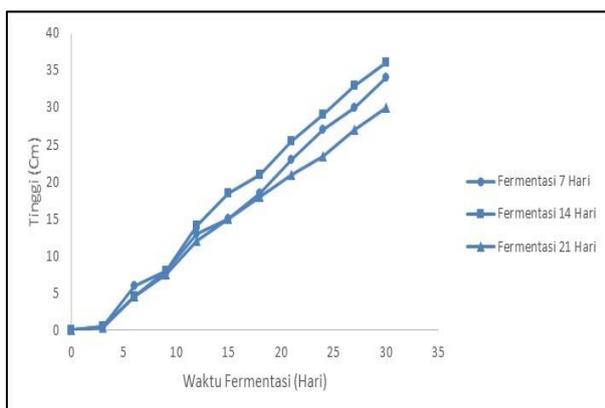
Selanjutnya jika semakin lama waktu fermentasi maka nilai kalium yang dihasilkan juga semakin rendah. Penyebabnya dikarenakan jika semakin lama proses fermentasi maka pupuk cair akan

kehilangan sebagian unsur haranya salah satunya Kalium dikarenakan akibat dari perlakuan selama terjadinya proses fermentasi (Amanillah, 2011). Pernyataan itu sesuai dengan apa yang di nyatakan oleh (Buckman, 1982), secara keseluruhan pupuk akan kehilangan unsur haranya yaitu Nitrogen, Fosfor, dan Kalium selama proses perlakuan dan penyimpanan (fermentasi) sekitar 20-25 %. Nilai kalium (K) tertinggi diperoleh sebesar 1,0559 % pada EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 7 hari sedangkan hasil kadar terendah diperoleh pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 14 hari (tanpa urine) sebesar 0,2395 %.

Dari standar mutu kualitas pupuk organik berdasarkan peraturan menteri pertanian No.2/Pert./HK.060/2/2006 dengan persyaratan teknis minimal direntan persen kadar kalium < 5 %. Semua sampel masuk dalam kriteria, karena persen kadar yang diperoleh tidak ada yang melebihi 5 % dari persyaratan yang telah ditentukan.

Pengaruh Penambahan Sampel Terhadap Pertumbuhan Tanaman

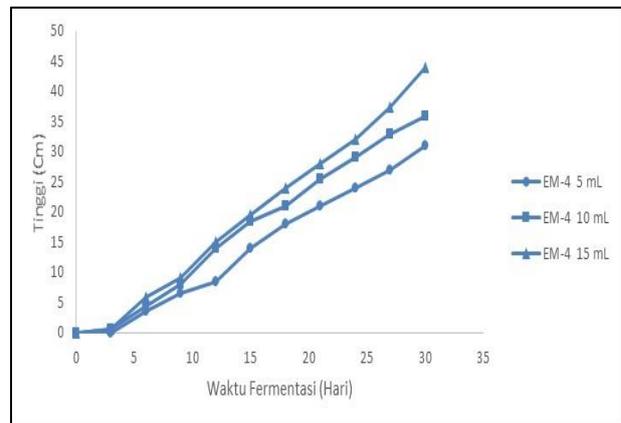
Berdasarkan proses pengamatan dan pengukuran yang telah dilakukan didapatkan data kenaikan tinggi tanaman seperti pada Gambar 5. Pada hari ke-0 sampai hari ke-12 ketinggian dari masing-masing sampel pohon yang diuji menunjukkan tinggi yang tidak terlalu berbeda dengan selisih 0,5 cm sampai 1 cm saja, hal ini terjadi karena penyerapan pupuk yang belum sempurna dan pertumbuhan tanaman yang masih dipengaruhi oleh faktor alam seperti: faktor kecepatan tumbuh setiap biji, cahaya, air, dan unsur hara dalam masing-masing pot.



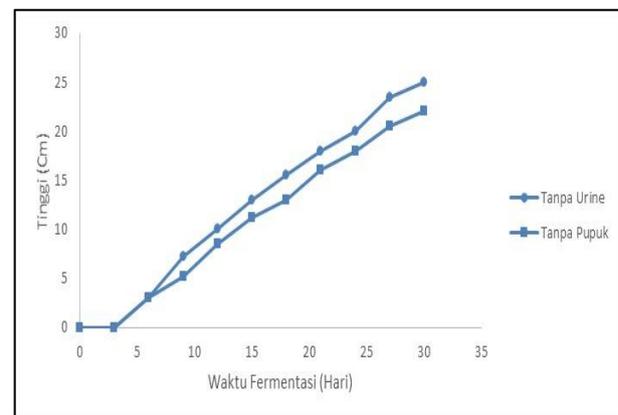
Gambar 5. Data Pertumbuhan Tanaman Pada Pupuk Variabel Waktu Fermentasi (Sampel EM-4 10 mL)

Perbedaan tinggi yang signifikan terjadi setelah hari ke-15 terutama pada tanaman jenis kangkung

dengan penambahan pupuk EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 14 hari yang memiliki tinggi tanaman tertinggi pada hari ke-30 yaitu setinggi 36 cm diikuti oleh tanaman jenis kangkung dengan penambahan pupuk EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 7 hari setinggi 34 cm dan kemudian diikuti sampel tanaman jenis kangkung pada penambahan EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 21 hari yaitu setinggi 30 cm.



Gambar 6. Data Pertumbuhan Tanaman Pada Pupuk Variabel Penambahan EM4 (Sampel fermentasi 14 hari)



Gambar 7. Data Pertumbuhan Tanaman Tanpa Penambahan Urine dan Tanpa Penambahan Pupuk (Sampel EM-4 10 mL)

Berdasarkan pada grafik diatas dapat dilihat semakin banyak volume bioaktivator EM4 yang ditambahkan maka percepatan tumbuh pada tanaman jenis kangkung juga akan semakin cepat pula. Hal tersebut dapat dilihat pada pengamatan hari ke-9 sudah tampak perbedaan yang signifikan antara sampel tanaman dengan penambahan EM4 5 mL setinggi 6,5 cm sedangkan tanaman dengan penambahan EM4 15 mL setinggi 9 cm, perbedaan tinggi tanaman terus terjadi hingga pengamatan pada hari terakhir dengan tanaman jenis kangkung yang tertinggi yaitu tanaman dengan penambahan

EM4 15 mL setinggi 44 cm; diikuti oleh tanaman dengan penambahan EM4 10 mL setinggi 36 cm; dan yang paling pendek tanaman dengan penambahan EM4 5 mL yaitu setinggi 31 cm (Gambar 6). Selanjutnya dilakukan juga perbandingan tinggi tanaman jenis kangkung dengan perlakuan tanpa penambahan pupuk cair serta dengan penambahan pupuk cair tanpa pencampuran urine kambing, sehingga data pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui kecepatan tumbuh tanaman dengan penambahan pupuk cair tanpa pencampuran urine kambing lebih tinggi dibandingkan tanaman jenis kangkung yang tidak ditambahkan pupuk cair sama sekali dengan selisih tinggi akhir yaitu 3 cm. Jika dilihat data ketinggian di atas dibandingkan dengan data ketinggian pertumbuhan tanaman jenis kangkung yang diberi pupuk cair dengan pencampuran urine kambing dapat terlihat perbedaan tinggi yang signifikan. Misalnya pada sampel tanaman tanpa penambahan pupuk cair pada hari ke-30 setinggi 22 cm dan yang diberi pupuk cair tanpa pencampuran urine kambing setinggi 25 cm, sedangkan tinggi sampel tanaman terendah yang diberi pupuk cair dengan pencampuran urine kambing setinggi 30 cm dan yang tertinggi diperoleh 44 cm. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan urine kambing berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena memiliki kandungan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhannya.

KESIMPULAN

- Hubungan lamanya proses fermentasi dan banyaknya penambahan EM4 maka semakin bertambah pula kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang didapatkan.
 - Nilai rentan pH setiap sampel yang didapatkan sebesar 4,5–8,5.
 - Kandungan unsur nitrogen (N) terbesar didapatkan pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 21 hari sebesar 2,3672 % dan yang terendah pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 14 hari (tanpa urine) yaitu sebesar 1,7649 %.
 - Kandungan unsur fosfor (P) terbesar didapatkan pada sampel EM4 15 mL dengan waktu fermentasi 14 hari sebesar 0,6857 % dan yang terendah pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 21 hari yaitu sebesar 0,3478 %.
- Kandungan unsur kalium (K) terbesar didapatkan pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 7 hari sebesar 1,0559 % dan yang terendah pada sampel EM4 10 mL dengan waktu fermentasi 14 hari (tanpa urine) yaitu sebesar 0,2395 %.
 - Tanaman dengan ketinggian tertinggi terdapat pada sampel tanaman dengan penambahan EM4 15 mL dengan waktu fermentasi 14 hari setinggi 44 cm sedangkan ketinggian yang terendah pada sampel tanaman dengan tanpa penambahan pupuk setinggi 22 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L, Budie, D. D. S., & Lubis, D. (2011). Pengaruh Aplikasi Urin Kambing dan Pupuk Cair Organik Komersial terhadap Beberapa Parameter Agronomi pada Tanaman Pakan *Indigofera*. *Pastura: Journal of Tropical Forage Science*.
<https://doi.org/10.24843/Pastura.2011.v01.i01.p02>
- Afifudin. (2011). *Pengaruh Berbagai Aktivator Terhadap C/N Rasio Kompos Kotoran*. CV.Sinar Indah.
- Amanillah, Z. (2011). *Pengaruh Konsentrasi EM4 Pada Fermentasi Urin Sapi Terhadap Konsentrasi N, P, K*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Buckman, H. O. dan N. C. B. (1982). *Ilmu Tanah*. Bhartara Karya Aksara.
- Cahaya, A., & Nugroho, D. A. (2004). *Pembuatan Kompos Dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu)*. *Naskah Publikasi Undip*.
- Direktorat Sarana Produksi. (2006). *Pupuk Terdaftar*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Departemen Pertanian.
- Fitria, Y., Ibrahim, B., & Desniar. (2008). *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (Effective Microorganisme 4)*. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. Vol 2 (1).
- Hadiwiyono, S. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. yayasan idayu.
- Indriani, Y. H. (2002). *Membuat Kompos Secara Kilat* (Edisi ke e). Penebar Swadaya.

- Jalaluddin, J., ZA, N., & Syafrina, R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Buah- Buahan Menjadi Pupuk Dengan Menggunakan Effektive Mikroorganisme. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*.
<https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.76>
- Pancapalaga, W. (2011). Pengaruh rasio penggunaan limbah ternak dan hijauan terhadap kualitas pupuk cair. *GAMMA*.
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D. A., Saraswati, R., Setyorini, D., Hartatik, W., & Penelitian, B. (2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (Organic Fertilizer and Biofertilizer). *Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian*.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.56.6118>
- Sundari, E., Sri, E., & Rinaldo, R. (2012). Pembuatan pupuk organik cair menggunakan bioaktivator Bioscb dan EM4. *Prosiding SNTK KOPI*.
- Suwito, W., Wahyuni, A. E. T. H., Nugroho, W. S., Sumiarso, B., & Bektil, U. B. (2013). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Dari Pupuk Organik Cair (POC) Urin Kambing Peranakan Ettawah (PE) di Kabupaten Sleman. *Jurnal Sains Veteriner*, 2, 151–155.
- Tejasarwana. (1998). *Efesiensi Penggunaan Pupuk Kimia dan Organik*. Penebar Swadaya.
- Tobing, E. L. (2009). *Studi Tentang Kandungan Unsur Hara Makro dan C/N dari Kompos Tumbuhan Kembang Bulan (Tithonia Diversifolia)*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Volk dan Wheeler. (1989). *Mikrobiologi Dasar*. Erlangga.
- Yuli A. Hidayati, Kottelat M, Kartikasari SN, A. J. (2011). Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Fesses Sapi Potong Menggunakan Saccharomyces Cereviceae. *Jurnal Ilmu Ternak*, 11, 2.
- Yulistiawati, E. (2008). *Pengaruh Suhu dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran*. Universitas Teknologi Bogor.
- Yuwono, T. (2006). Kecepatan Dekomposisi dan Kualitas Kompos Sampah Organik, *Jurnal Inovasi Pertanian*, 4, 2.