

## PEMANFAATAN URINE KAMBING PADA PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KUALITAS UNSUR HARA MAKRO (NPK)

Eddy Kurniawan<sup>1\*</sup>, Zainuddin Ginting<sup>2</sup>, Putri Nurjannah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Bukit Indah, Muara Satu, Lhokseumawe, Aceh 24352

\*Email : ediekur@yahoo.com

### ABSTRAK

Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Pupuk organik cair mengandung unsur hara makro seperti, fosfor, nitrogen, kalium dan unsur hara mikro lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghitung kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dalam pupuk organik cair yang terbuat dari bahan baku utama yaitu urine kambing serta bahan pendukung yang berupa air buah nanas busuk, air kelapa, cocopeat, air gedebong pisang dan rumen sapi. Salah satu pembuatan pupuk organik cair melalui teknik fermentasi. Dalam hal ini digunakan bioaktivator EM-4 effective microorganism and empat variasi penggunaan volume urine kambing untuk mengetahui pengaruh unsur hara makro yang terbaik untuk pupuk organik cair. Variasi penambahan urine kambing antara lain: 150, 200, 250, dan 300 ml, dan difermentasikan selama 9, 12, 15, dan 18 hari. Hasil penelitian dari penggunaan volume urine kambing yang terbaik pupuk organik cair terdapat pada Penggunaan volume urine kambing sebanyak 300 ml dengan kandungan unsur hara makro nitrogen 0,69% fosfor 2,09% dan kalium 0,64% pada hari ke 18. Nilai kecepatan maksimum enzimatis tertinggi ( $V_{max}$ ) adalah 0,021 ml/jam dengan waktu fermentasi selama 15 hari. Semakin banyak substrat maka semakin tinggi kecepatan enzimatis. Dan nilai  $K_m$  yang tertinggi yaitu 1,6245 pada waktu fermentasi 9 hari

**Kata kunci :** Pupuk Organik Cair, Urine Kambing, Nitrogen, Fosfor, Kalium

### ABSTRACT

Liquid fertilizer is organic fertilizer which is essentially a material derived from animals or plants that are already experiencing forms of fermentation and its products in the form of liquid. Organic liquid fertilizer contains macro nutrient elements such as phosphorus, nitrogen, potassium and other micro-nutrient elements required by plants and can improve the nutrient elements in soils. The purpose of this study is to calculate the content of nitrogen, phosphorus and potassium in organic liquid fertilizer made from primary raw materials namely goat urine as well as supporting materials in the form of the pineapple water of putrid, cocopeat, coconut water, water of gedebong and cow's rumen. One of the manufacture of liquid organic fertilizer through fermentation techniques. In this case use bioaktivator EM-4 effective microorganism and four variations of the use of goat urine volume to know the influence of macro nutrient elements are best for liquid organic fertilizer. Variation among others goat urine addition: 150, 200, 250, and 300 ml, and fermented for 9, 12, 15, and 18 days. Research results from the use of goat urine volume is the best liquid organic fertilizer contained on the use of goat urine volume by as much as 300 ml with macro nutrient elements nitrogen content of 0.69% 2.09% phosphorus and potassium 0.64% on day 18. The value of maximum speed ( $V_{max}$ ) of the highest enzymatic is 0.021 ml/hour with a time of fermentation for 15 days. The more substrate is then the higher speed of enzymatic. And the value of  $K_m$  the highest i.e. 1.6245 on fermentation time of 9 days.

**Keywords :** Organic Liquid Fertilizers, Urine Goats, Nitrogen, Phosphorus, Potassium

### PENDAHULUAN

Pupuk organik cair berisi berbagai zat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik cair mengandung unsur hara, posfor, nitrogen, dan kalium yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah. Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan

atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Kandungan bahan kimia di dalamnya maksimum 5%.

Pupuk organik cair merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam upaya memperbaiki kesuburan tanah secara aman, dalam arti produk pertanian yang dihasilkan

terbebas dari bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga aman dikonsumsi (Elmi Sundari, 2012).

Pupuk organik cair dari urine kambing ini merupakan pupuk yang berbentuk cair yang mudah sekali larut pada tanah dan membawa unsur-unsur penting guna kesuburan tanah. Pupuk juga merupakan hara tanaman yang umumnya secara alami ada dalam tanah, atmosfer, dan dalam kotoran hewan.

Pupuk memegang peranan penting dalam meningkatkan hasil tanaman, terutama pada tanah yang kandungan unsur haranya rendah. Sedangkan pupuk organik adalah nama kolektif suatu bahan yang berasal dari limbah perikanan atau peternakan. Pupuk organik mengandung unsur hara lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk kimia (Simanungkir et al, 2006).

Pupuk organik bisa memacu dan meningkatkan populasi mikroba dalam tanah, jauh lebih besar daripada hanya memberikan pupuk kimia. Pupuk organik juga mampu membenahi struktur dan kesuburan tanah. Tidak heran jika pupuk organik mampu mencegah terjadinya erosi tanah. Pada dasarnya, pembuatan pupuk organik cair juga dimaksudkan untuk pengayaan unsur hara dalam pupuk tersebut. Dalam hal ini dapat digunakan urin kambing, atau biasa disebut sebagai biourin. Bisa juga menggunakan kotoran-kotoran ternak yang padat (feses) atau disebut sebagai biokultur ( Dudung, 2013).

Pupuk cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap hara terutama melalui akar, namun daun juga punya kemampuan menyerap hara. Sehingga ada manfaatnya apabila pupuk cair tidak hanya diberikan di sekitar tanaman, tapi juga di bagian daun-daun (Elmi Sundari, 2012).

Pupuk organik cair mengandung nutrisi, juga 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 ini penting bagi tanaman, selain sebagai nutrisi bagi tanah, juga mencegah penyakit pada tanaman (Indriani, Y. H, 2005).

Adapun manfaat dari pupuk organik cair tersebut diantaranya adalah menyediakan unsur hara bagi tanaman, memperbaiki struktur

tanah, menekan bakteri yang merugikan dalam tanah, penggunaan terus menerus terhadap tanah akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, aman bagi lingkungan.

Unsur nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun protein sebagai pembentuk jaringan dalam makhluk hidup, dan di dalam tanah unsur N sangat menentukan pertumbuhan tanaman, pengujian nitrogen dilakukan menggunakan metode kjedahl (Sutanto, 2002). Nitrogen memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, yang menjadikan daun berwarna hijau. Tanaman yang kaya nitrogen akan memperlihatkan warna daun kuning pucat sampai hijauan kemerahan, sedangkan jika kelebihan unsur nitrogen akan berwarna hijau kelam.

Phosfor merupakan unsur hara yang terpenting bagi tumbuhan setelah nitrogen. Senyawa Phosfor juga mempunyai peranan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji, pengujian phosfor menggunakan metode spektrofotometer. Phosfor juga merupakan unsur hara esensial tanaman. Tidak ada unsur lain yang dapat mengganti fungsinya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan atau mengandung P secara cukup untuk pertumbuhannya secara normal. Fungsi penting phosfor di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses didalam tanaman lainnya. (Winarso, 2005).

Kalium (K) berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat, pengerasan bagian kayu dari tanaman, peningkatan kualitas biji dan buah serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman yang kekurangan unsur K akan mengalami gejala kekeringan pada ujung daun, terutama daun tua. Ujung yang kering akan semakin menjalar hingga ke pangkal daun. Kadang-kadang terlihat seperti tanaman yang kekurangan air. Kekurangan unsur K pada tanaman buah-buahan mempengaruhi rasa manis buah. Kekurangan kalium dapat menghambat pertumbuhan tanaman, daun tampak keriting dan mengkilap. Selain itu, juga dapat menyebabkan tangkai daun lemah sehingga

mudah terkulai dan kulit biji keriput (Winarso, 2005).

Urine kambing merupakan salah satu bahan pupuk organik cair yang belum banyak dimanfaatkan oleh petani. Sementara urine kambing ini mempunyai kandungan unsur N yang tinggi. Potensinya yakni satu ekor kambing dewasa itu menghasilkan 2,5 liter urine/ekor/hari, sedangkan kotoran yang dihasilkan adalah 1 karung/ekor/2 bulan. Urine ternak mempunyai kandungan nitrogen, fosfor, kalium dan air lebih banyak jika dibandingkan dengan kotoran kambing padat (Rismunandar, 1992).

Nanas, nenas, atau ananas adalah sejenis tumbuhan tropis yang berasal dari Brazil, Bolivia, dan Paraguay. Tumbuhan ini termasuk dalam famili nanas-nanasan (*Famili Bromeliaceae*). Buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu jenis buah yang terdapat di Indonesia, mempunyai penyebaran yang merata. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, nanas juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri pertanian.

Air kelapa merupakan salah satu produk tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan dan pertumbuhan tanaman. Menurut Dwijoseputro (1994) dalam Fatimah (2008) air kelapa selain mengandung sitokinin, fosfor dan kinetin yang berfungsi mempergiat pertumbuhan tunas dan akar.

Sabut kelapa untuk media tanam, berasal dari buah kelapa tua karena memiliki serat yang kuat, *cocopeat* bersifat longgar, menyerap air dan mudah didapat. *Cocopeat* mempunyai serat yang kuat, mengandung bahan organik, bebas dari hama, aerasi dan drainase yang baik. Menurut Yuniati (2008), komposisi buah kelapa yaitu sabut kelapa 35 %, tempurung 12 %, daging buah 28 % dan air buah 25 %. Satu buah kelapa dapat diperoleh rata-rata 0,4 kg sabut yang mengandung 30 % serat.

Gedebog pisang mengandung karbohidrat (66%), protein, air, dan mineral-mineral penting. Menurut Sukasa dkk (1996), gedebog pisang mempunyai kandungan pati 45,4% dan kadar protein 4,35%. Gedebog pisang juga dapat dijadikan sebagai sumber mikroorganisme pengurai bahan organik atau dekomposer. Gedebog pisang mengandung

mikrobia pengurai bahan organik. Menurut Wulandari dkk (2009) gedebog pisang mengandung karbohidrat 66,2%. Dalam 100 g bahan, gedebog pisang kering mengandung karbohidrat 66,2 g dan pada gedebog pisang segar mengandung karbohidrat 11,6 g. Kandungan karbohidrat yang tinggi akan memacu perkembangan mikroorganisme. Kandungan karbohidrat yang tinggi dalam gedebog pisang memungkinkan untuk difermentasi untuk menghasilkan cuka.

Isi rumen (*ruminal contents*) adalah makanan yang belum dicerna secara sempurna pada lambung pertama ruminansia dan mengandung makro nutrien seperti nitrogen, fosfor, besi, kalium dan kalsium. Di dalam rumen ternak ruminansia terdapat berbagai mikroorganisme yang terdiri dari protozoa, bakteri dan fungi. Salah satu kelompok bakteri yang sangat penting di dalam rumen sapi adalah bakteri selulolitik. Proses biodegradasi bahan yang mengandung selulosa sangat ditentukan oleh kemampuan bakteri selulolitik untuk menghasilkan enzim selulase yang mempunyai aktivitas tinggi.

EM4 (*Effective Microorganism*) merupakan bahan yang mengandung beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses fermentasi. *Effective mikroorganisme 4* merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Jumlah mikroorganisme fermentasi didalam EM 4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik

Faktor-faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme adalah sebagai berikut:

1. Suplai Gizi

Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi dan sejumlah jenis logam lainnya.

2. Waktu

Waktu antara masing-masing pembelahan sel berbeda-beda tergantung dari spesies dan kondisi lingkungan, tetapi untuk kebanyakan bakteri waktu ini sekitar antara 10-60 menit.

3. Suhu

Suhu adalah suatu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan mikroorganik

#### 4. Nilai pH

Kebanyakan mikroorganisme membutuhkan air untuk kehidupan. Air berperan dalam reaksi metabolisme dalam sel dan merupakan alat pengangkut zat-zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan keluar sel. Semua kegiatan ini membutuhkan air dalam bentuk cair dan apabila air tersebut mengalami kristalisasi dan membentuk es atau terikat secara kimia dalam larutan gula atau garam. Maka air tersebut tidak dapat digunakan oleh mikroorganisme.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada bahan organik yang sesuai, hal ini dapat menyebabkan perubahan senyawa tersebut. Fermentasi juga merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme. Fermentasi juga sering didefinisikan sebagai pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino dapat difermentasikan oleh beberapa jenis bakteri tertentu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi ada beberapa macam diantaranya yaitu:

##### 1. Temperatur

Suhu adalah satu faktor lingkungan terpenting dalam kehidupan dan pertumbuhan organisme. Temperatur dapat pula mempengaruhi aspek-aspek lain pada mikroba

##### 2. pH

pH merupakan parameter yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk. Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup dengan baik pada pH 4-8.

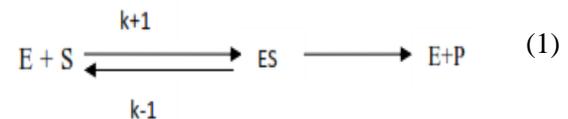
##### 3. Ketersediaan Oksigen

Mikroorganisme berbeda nyata dalam kebutuhan oksigen guna metabolisme nya, beberapa kelompok dapat digolongkan sebagai organisme aerobik dan anaerobik.

Prinsip dari fermentasi ini adalah bahan limbah organik dihancurkan oleh mikroba dalam kisaran temperatur dan kondisi tertentu yaitu fermentasi. Studi tentang jenis bakteri yang respon untuk fermentasi telah dimulai sejak tahun 1892 sampai sekarang. Ada dua tipe bakteri yang terlibat yaitu bakteri

fakultatif yang mengkonversi selulosa menjadi glukosa selama proses dekomposisi awal dan bakteri obligate yang respon dalam proses dekomposisi akhir dari bahan organik yang menghasilkan bahan yang sangat berguna dan alternatif energi pedesaan.

Kinetika reaksi enzimatik dapat diukur dengan mengukur jumlah substrat yang diubah atau produk yang dihasilkan per satuan waktu, dan pada suatu waktu yang sangat pendek, atau pada satu titik tertentu pada grafik disebut kecepatan sesaat (*instantaneous velocity*). Suatu labu berisi enzim (E) dan substrat (S) pada konsentrasi tertentu. Pada reaksi kinetika enzimatik ini terdapat suatu sistem tertutup dan selama terjadi reaksi antara keduanya, maka akan terjadi penurunan konsentrasi substrat dan peningkatan konsentrasi produk. Reaksi enzimatik tersebut dapat dilukiskan sebagai berikut



Keterangan

[Er] : konsentrasi total enzim

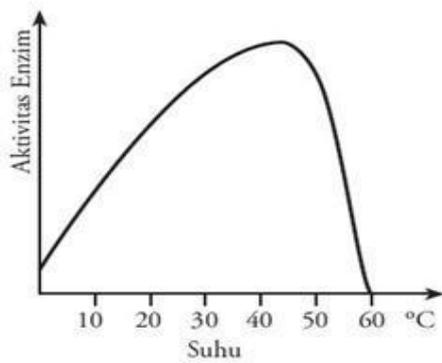
[ES]: konsentrasi kompleks enzim-substrat

[E] : konsentrasi enzim bebas

[S] : konsentrasi substrat

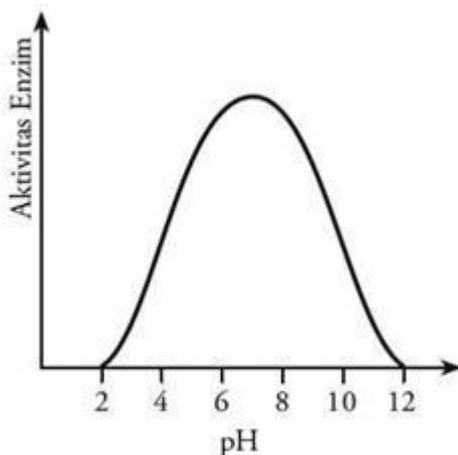
Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi enzim diantaranya adalah (Dwidjoseputro, 1992) suhu, pH, konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, aktivator dan inhibitor. Setiap enzim dapat bekerja dengan efektif pada suhu tertentu dan aktifitasnya akan berkurang jika berada pada kondisi di bawah atau di atas titik tersebut.

Kondisi yang menyebabkan kerja enzim menjadi efektif ini disebut kondisi optimal. Sebagian besar enzim pada manusia mempunyai suhu optimal yang mendekati suhu tubuh (35°C – 40°C). Pada suhu tinggi (>50°C), enzim dapat rusak dan pada suhu rendah (0°C), enzim menjadi tidak aktif. Suhu yang tidak sesuai tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk sisi aktif enzim. Sifat enzim yang tidak tahan panas atau dapat berubah karena pengaruh suhu ini disebut termolabil.

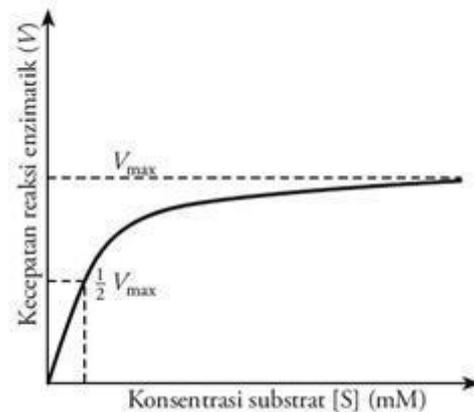


Gambar 1. Pengaruh suhu terhadap fungsi enzim

Selain suhu, faktor lingkungan yang mempengaruhi kerja enzim adalah derajat keasaman (pH). Sebagaimana faktor suhu, enzim juga mempunyai pH tertentu agar dapat bekerja secara efektif. Enzim dapat bekerja optimal pada pH netral (pH = 7), pH basa, atau pH asam tergantung pada jenis enzim masing-masing. Enzim pencernaan protein misalnya, mempunyai pH paling optimal 1-2, sedangkan enzim pencernaan yang lain mempunyai pH optimal 8. Pada pH tertentu, enzim dapat mengubah substrat menjadi hasil akhir. Kemudian, apabila pH tersebut diubah, enzim dapat mengubah kembali hasil akhir menjadi substrat.



Gambar 2. Pengaruh pH terhadap fungsi enzim



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi substrat terhadap fungsi enzim

Pada konsentrasi substrat yang rendah, kenaikan substrat akan meningkatkan kecepatan reaksi enzimatis hampir secara linier. Jika konsentrasi substrat tinggi, maka peningkatan kecepatan reaksi enzimatis akan semakin menurun sejalan dengan peningkatan jumlah substratnya. Kecepatan maksimum ( $v_{\text{maks}}$ ) reaksi enzimatis ditunjukkan dengan garis mendatar yang menggambarkan peningkatan kecepatan yang rendah seiring penambahan konsentrasi substrat.

Zat-zat kimia tertentu dapat memacu atau mengaktifkan kegiatan enzim. Contoh: garam-garam dari logam alkali dan logam alkali tanah dengan konsentrasi encer, ion kobalt (Co), mangan (Mn), nikel (Ni), magnesium (Mg), dan klor (Cl). Sedangkan inhibisi aktifitas enzim adalah penurunan kecepatan suatu reaksi enzimatis yang dalam makhluk hidup penting pada proses metabolisme. Pada keadaan tertentu suatu reaksi enzimatis dapat membentuk dua atau lebih produk dan hambatan tersebut dapat ditunjukkan hanya pada suatu produk, sedangkan pembentukan produk yang lain tidak dipengaruhi atau malah di tingkatkan. Inhibitor adalah zat yang dapat menghambat kerja enzim. Berdasarkan tempat kerjanya, inhibitor terbagi atas, reaksi inhibitor dengan apoenzim, reaksi inhibitor dengan substrat, reaksi inhibitor dengan substrat, reaksi inhibitor dengan koenzim, reaksi inhibitor dengan kofaktor, reaksi inhibitor dengan bentuk kompleks enzim (Rochmah dkk, 2009).

## METODE

Bahan pembuatan pupuk organik cair yaitu urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml, cocopeat 10 gr, EM-4 *Effective Microorganism* 15 ml, air batang pisang/air gedebog pisang 20 ml, buah nanas 40 ml, rumen 20 ml dan air kelapa 20 ml.

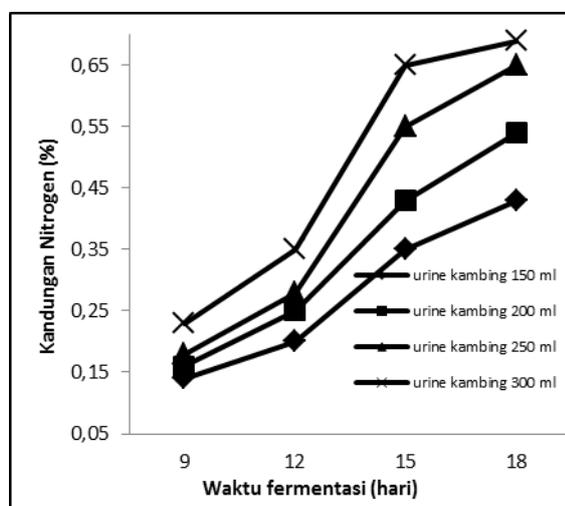
Fermentasi selama 9, 12, 15 dan 18 hari, setelah selesai fermentasi dan diaduk untuk tujuan pemberian airasi pada proses pengomposan. Setelah diperoleh pupuk organik organik cair, penentuan kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) dan pH.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Nitrogen Pada Volume Urine Kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Pengaruh waktu fermentasi terhadap % Nitrogen yang dapat, dilihat pada Gambar 4 dengan memvariasikan penggunaan volume urine kambing pada proses fermentasi yang dilakukan.

Dimana kadar Nitrogen terendah yang diperoleh terdapat pada volume urine kambing 150 ml pada waktu fermentasi 9 hari yaitu 0,14 %. Hal ini disebabkan karena dalam waktu fermentasi 9 hari terjadi pertumbuhan mikroorganisme fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan, selama fase awal ini massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel yang terlalu signifikan.



Gambar 4. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan nitrogen pada

volume urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Hal ini dapat berpengaruh terhadap tanaman, karena bila kekurangan kadar nitrogen tumbuhan dapat menyebabkan daun kerdil, daun tampak kekuning-kuningan dan system perakaran yang terbatas (Esther, 2009).

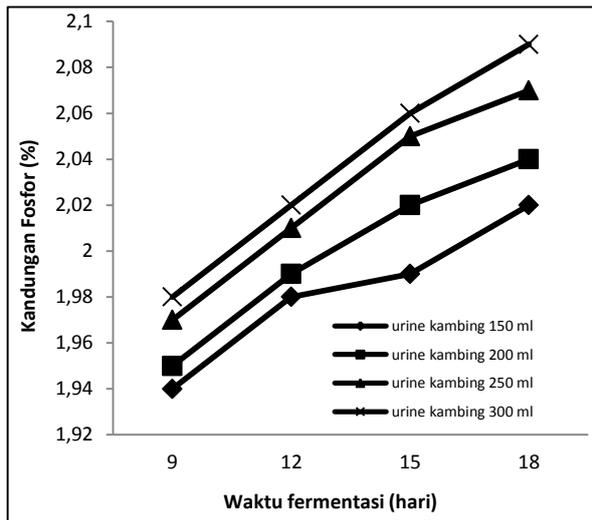
Sedangkan pada waktu fermentasi 12 dan 15 hari dengan volume urine kambing 150 ml yaitu 0,20 dan 0,35 % meskipun volume urine kambing yang diberikan sama yaitu 150 ml tetapi kadar nitrogen yang didapat semakin meningkat.

Kemudian pada waktu 18 hari dengan volume urine kambing 150 ml kadar nitrogen yang didapat semakin meningkat yaitu 0,43 % dan pada hari selanjutnya dengan waktu fermentasi 18 hari dan volume urine kambing 200, 250 dan 300 ml kadar nitrogen yang didapat juga semakin meningkat dibandingkan hari ke 15. Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi atau makanan yang diuraikan oleh mikroorganisme. (Eustace and Dorothy, 2001).

### Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan fosfor pada volume urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kandungan fosfor. Kandungan fosfor yang didapat sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi dan volume urine kambing yang divariasikan. Fosfor dalam tanaman berperan dalam pembentukan bunga, buah dan biji serta berperan didalam transfer energi didalam sel tanaman yang tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya (Esther, 2009).

Kandungan N dalam substrat, semakin besar nitrogen dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor dalam pupuk juga meningkat (Yuli et al, 2011).

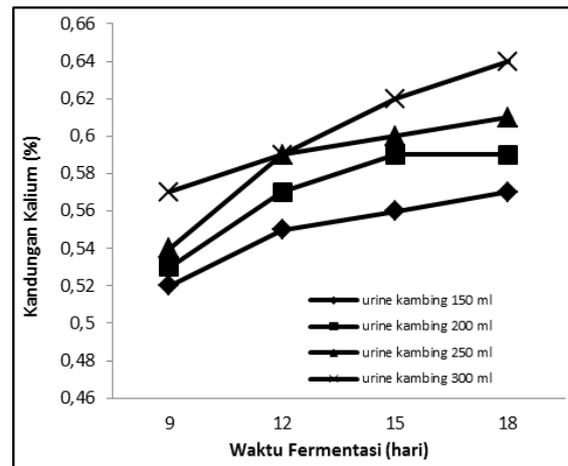


Gambar 5. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan fosfor pada volume urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Kandungan fosfor terendah yang didapat pada volume urine kambing 150 ml yaitu hari ke 9 dengan kadar fosfor 1,94%, hal ini disebabkan karena dalam fermentasi terjadi pertumbuhan mikroorganisme pada fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan selama fase awal dimana massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel.

Setelah perubahan massa selanjutnya terjadi pertumbuhan mikroorganisme bergerak ke fase eksponensial yaitu pada volume urine kambing 200 ml dengan waktu fermentasi 9, 12, 15 dan 18 hari dimana mikroorganisme yang ada berkembang secara optimal terhadap jumlah sel mikroorganisme yang dihasilkan sehingga kandungan fosfor yang didapat pun semakin meningkat. Hasil yang terbaik diperoleh yaitu pada hari ke 18 hari pada volume urine kambing 300 ml yaitu 2,09%.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Kalium Pada Volume Urine Kambing Dari Gambar 5, diatas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kandungan kalium. Kandungan kalium yang didapat berpengaruh oleh lamanya waktu fermentasi dan volume urine kambing yang divariasikan. kalium dalam tanaman berperan dalam pembentukan karbohidrat dan protein, memperkuat jaringan tanaman dan pembentukan antibodi untuk membantu tanaman melawan penyakit kekeringan (Esther, 2009). 150, 200, 250 dan 300 ml



Gambar 6. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan kalium pada volume urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Dari Gambar 7, diatas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kandungan kalium. Kandungan kalium yang didapat berpengaruh oleh lamanya waktu fermentasi dan volume urine kambing yang divariasikan. kalium dalam tanaman berperan dalam pembentukan karbohidrat dan protein, memperkuat jaringan tanaman dan pembentukan antibodi untuk membantu tanaman melawan penyakit kekeringan (Esther, 2009).

Hasil yang terendah yaitu didapatkan pada volume urine kambing 150 ml dengan waktu fermentasi 9 hari hasil yang didapat yaitu 0,52%. Hal ini disebabkan karena dalam fermentasi terjadi pertumbuhan mikroorganisme pada fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan selama fase awal dimana massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel.

Setelah perubahan massa selanjutnya terjadi pertumbuhan mikroorganisme bergerak ke fase eksponensial dimana mikroorganisme yang ada berkembang secara optimal terhadap jumlah sel mikroorganisme yang dihasilkan sehingga kandungan fosfor yang didapat pun semakin meningkat. Hasil yang terbaik diperoleh yaitu pada hari ke 18 hari pada volume urine kambing 300 ml yaitu 0,64%.

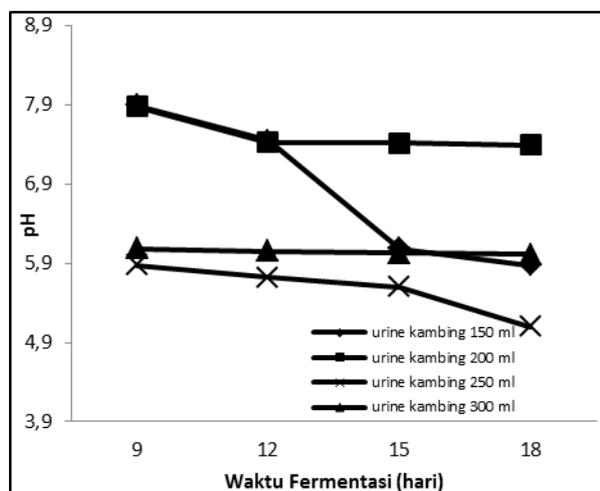
Menurut Yuli et al (2011), kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktifitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kalium.

### Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan pH Pada Volume Urine Kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Waktu fermentasi dan volume urine kambing yang digunakan berpengaruh terhadap kandungan pH yang didapat. Seperti yang terlihat pada Gambar 8 derajat keasaman (pH) dari keempat perlakuan volume urine kambing 150 ml, volume urine kambing 200 ml, volume urine kambing 250 ml dan volume urine kambing 300 ml berkisar antara 5,10 sampai dengan 7,89.

pH pada keempat perlakuan menunjukkan perbedaan pada awal dan akhir fermentasi. Kandungan pH pada keempat perlakuan volume urine kambing 150 ml, volume urine kambing 200 ml, volume urine kambing 250 ml dan volume urine kambing 300 ml tergolong asam. Menurut Campbell dan Reece (2008), jika pH terlalu asam dapat disesuaikan dengan menambahkan kapur yakni kalsium karbonat atau kalsium hidroksida.

Pada hari ke-9 terjadi peningkatan kandungan pH dan kemudian mengalami penurunan pada akhir proses fermentasi, hal ini sesuai dengan Prahesti dan Yulya (2008) bahwa tinggi rendahnya pH disebabkan oleh aktivitas kelompok bakteri lainnya, misalkan bakteri metanogen yang mengkonversikan asam-asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti metana, amoniak dan karbondioksida.



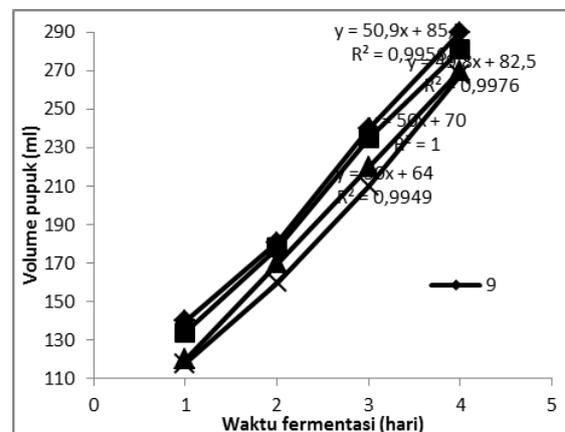
Gambar 8. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan pH pada volume urine kambing 150, 200, 250 dan 300 ml

Menurut Polprasert (1989), pH yang dihasilkan dari pupuk cair cenderung asam. pH yang basa menyebabkan kandungan nitrogen turun, sehingga dapat disimpulkan bahwa meningkatnya kandungan nitrogen ini disebabkan oleh pH yang bersifat asam.

### Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Volume Pupuk Organik Cair

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka volume pupuk organik cair yang dihasilkan semakin sedikit karena terjadi penguapan. Pada sampel 150 ml dengan waktu fermentasi 8 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 140 ml, pada waktu fermentasi 12 hari pupuk organik cair yang dihasilkan 134 ml dan pada 15 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 130 ml dan pada 18 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 118 ml.

Pada sampel 200 ml dengan waktu fermentasi 9 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 181 ml, pada waktu fermentasi 12 hari pupuk organik cair yang dihasilkan 178 ml, dan pada waktu fermentasi yang ke 15 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 170 ml. dan pada 18 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 160 ml.



Gambar 9 Pengaruh waktu fermentasi terhadap volume pupuk organik cair

Pada sampel 250 ml dengan waktu fermentasi 9 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 240 ml, pada waktu fermentasi 12 hari pupuk organik cair yang

dihasilkan 235 ml, dan pada waktu fermentasi 15 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 220 ml dan pada 18 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 210 ml.

Pada sampel 300 ml dengan waktu fermentasi 9 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 290 ml, pada waktu

fermentasi 12 hari pupuk organik cair yang dihasilkan 281 ml, dan pada waktu fermentasi 15 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 270 ml dan pada 18 hari pupuk organik cair yang dihasilkan sebanyak 268 ml.

Tabel 1. Kecepatan Reaksi Enzimatik

Waktu ( hari)	Garis Persamaan Linier	Vmax (ml/jam)	Km
9	$y = 50,9x + 85,5$ $R^2 = 0,9956$	$V_{max} = 1/a$ $= 0,019$	$K_m = b \times V_{max}$ $= 1,6245$
12	$y = 49,8x + 82,5$ $R^2 = 0,9976$	$V_{max} = 1/a$ $= 0,020$	$K_m = b \times V_{max}$ $= 1,65$
15	$y = 47x + 80$ $R^2 = 0,9973$	$V_{max} = 1/a$ $= 0,021$	$K_m = b \times V_{max}$ $= 1,68$
18	$y = 50x + 64$ $R^2 = 0,9949$	$V_{max} = 1/a$ $= 0,02$	$K_m = b \times V_{max}$ $= 1,28$

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai kecepatan maksimum enzimatik tertinggi ( $V_{max}$ ) adalah 0,021 ml/jam dengan waktu fermentasi selama 15 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa banyak substrat maka semakin tinggi pula kecepatan maksimum dari reaksi enzimatik. Dan nilai  $K_m$  yang tertinggi yaitu 1,6245 pada waktu fermentasi 9 hari.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan pupuk organik cair dengan memanfaatkan urine kambing sebagai bahan baku dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kandungan N, P, K pada pupuk organik cair yang terbaik ialah dengan waktu fermentasi 18 hari dan volume urine kambing 300 ml, untuk nitrogen (N) 0,69%, fosfor ( $P_2O_5$ ) 2,09%, dan kalium ( $K_2O$ ) 0,64%.
2. Kandungan N, P, K pada pupuk organik cair ini telah memenuhi SNI/19-7030-2015 Badan Standarisasi Nasional dengan kadar perbandingan N >0,40%  $P_2O_5$  >0,10% dan  $K_2O$  >0,20%
3. Kecepatan reaksi enzimatik dipengaruhi oleh jumlah bahan baku, semakin banyak bahan baku yang digunakan maka semakin tinggi kecepatan reaksi enzimatik.

4. Kecepatan maksimum enzimatik yang tertinggi ( $V_{max}$ ) adalah 0,021 ml/jam dengan waktu fermentasi selama 15 hari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A. dan J.B. Reece. 2008. *Biologi edisi kedelapan*. Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Dudung. 2013. *Pupuk Kandang*. PT. Citra Aji Parama, Yogyakarta
- Elmi Sundari. 2012. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM-4*. Karisius. Yogyakarta
- Esther L. Tobing. 2009. *Studi Tentang Kandungan Unsur Hara Makro dan C/N dari Kompos Tumbuhan Kembang Bulan (Tithonia Diversifolia)*. Skripsi, Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Eustace, A. I. and Dorothy, M. L. 2001. *Changes In Carbohydrate Fraction Of Cassava Peel Following Fungal Solid State Fermentation*. Journal Of Food and Technology In Africa.
- Indriyani, Y. H. 2005. *Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan terhadap Kualitas Pupuk Cair*. Pangan Kanisius. Yogyakarta.

- Polprasert. 1999. *Organic Waste Recycling*. John Wiley and Sons. Chicester
- Rismunandar. 1992. *Hormon Tanaman dan Ternak*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Simanungkir, Susanton RH, Dahlan Z. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sutanto, R. 2007. *Penerapan Pertanian Organik*. Karisius. Yogyakarta
- Winarso. 2005. *Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Wulandari. 2009. *Nutrend herbafarm Bio Organik Fertilizer Plus Bio Protectand, Paradigma Baru Pemupukan Tanaman*. PT. Sidomuncul. Semarang
- Yuli A. Hidayati, Kottelat M, Kartikasari SN, Anthony JW. . 2011. *Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Fesses Sapi Potong Menggunakan Saccharomyces Cereviceae*. Jurnal Ilmu Ternak Vol. 11, No. 2
- Yuniati. 2008. *Pertumbuhan Tanaman Anthurium plowmanii Pada Media Arang Sekam Dan Cocopeat Dengan Pemberian Starbio*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta