

# PENINGKATAN NPK PUPUK ORGANIK CAIR LIMBAH TAHU DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG TULANG AYAM

---

**Rina Mulyaningsih, Wisnu Sunarto, Agung Tri Prasetya**

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang  
Email:rina.mulya@yahoo.co.id

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang peningkatan kadar N, P dan K pada pupuk organik cair dengan pemanfaatan Tepung Tulang Ayam (TTA). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar NPK dari limbah cair tahu, massa optimal TTA yang harus ditambahkan ke dalam limbah cair tahu agar diperoleh kadar NPK tertinggi dan peningkatan kadar NPK pada limbah cair tahu terfermentasi setelah penambahan TTA. Metode yang digunakan untuk analisis kadar N total menggunakan metode Kjeldahl, sedangkan analisis kadar P dan K menggunakan metode spektrofotometri. Hasil penelitian untuk limbah cair tahu mempunyai kadar N (742 ppm), P (20 ppm), dan K (80 ppm), dan setelah penambahan TTA sebanyak 20 g pada 200 mL limbah dengan fermentasi 12 hari memiliki kadar N 1930 ppm (0,193 %), P sebesar 930 ppm (0,093%), dan K sebesar 920 ppm (0,092%). Dari hasil penelitian ini terjadi peningkatan kadar N 1380 ppm (0,138%), P 910 ppm (0,091%), dan K 840 ppm (0,084%).

Kata Kunci: limbah cair industri tahu, tepung tulang ayam (TTA), N, P, dan K

## PENDAHULUAN

Pada industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan. Limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu jumlah limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Sayangnya sampai saat ini jumlah industri tahu tidak diikuti dengan berkembangnya pengolahan limbah. Masih banyak industri yang membuang limbah langsung ke sungai, padahal limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tahu banyak mengandung bahan-bahan organik yang dapat mencemari sungai.

Limbah tahu adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi, karena dalam limbah tahu terdapat unsur hara makro dan mikro yang dapat bertindak sebagai sumber makanan bagi pertumbuhan mikroba. Menurut Said (1999), komposisi kimia limbah cair tahu yaitu terdapat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa limbah tahu memiliki potensi untuk dijadikan

pupuk organik. Pada pupuk cair diperlukan bakteri untuk mengikat nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur lain misalnya dengan menggunakan EM-4. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM-4 dapat bekerja aktif menambah unsur hara apabila bahan organik dalam keadaan yang cukup, dimana bahan organik tersebut merupakan bahan makanan dan sumber energi, yang menurut Wididiana *et al.* (1996), bahwa EM-4 sangat bermanfaat untuk mempercepat proses penguraian limbah organik, mempercepat proses pengomposan, menghilangkan bau busuk pada limbah serta mengendalikan hama dan penyakit tanaman.

Tabel 1. Komposisi kimia limbah cair tahu

Komposisi kimia	Besar kadar
Protein	0,42 %
Lemak	0,13 %
Karbohidrat	0,11 %
Air	98,87 %
Kalsium	13,60 ppm
Fosfor	1,74 ppm
Besi	4,55 ppm

Pupuk organik atau pupuk alam merupakan hasil-hasil akhir dari perubahan atau peruraian bagian-bagian atau sisa-sisa tanaman dan binatang, misalnya pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, bungkil, guano, tepung tulang dan sebagainya (Sutejo, 1990). Untuk menambahkan kandungan jumlah unsur hara pada pupuk organik dilakukan dengan cara meningkatkan kadar unsur hara dalam pupuk, salah satu yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah penambahan tepung tulang ayam yang disebut dengan TTA. Menurut Capah (2006), komposisi tulang bervariasi tergantung pada umur hewan, status, dan kondisi makanannya. Tabel2 menunjukkan komposisi tulang normal pada umumnya, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2 komposisi kimia tulang normal

Komposisi kimia	Kadar
Kadar air	45 %
Lemak	10 %
Protein	20 %
Abu	25 %

Sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat terbatas untuk campuran pupuk, makanan ternak, lem, dan gelatin. Akibatnya banyak tulang yang terbuang begitu saja sebagai limbah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, limbah cair tahu dan tulang ayam yang dianggap sebagai limbah tersebut dimanfaatkan sebagai bahan penelitian untuk meningkatkan kadar hara N, P dan K. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar N, P dan K pada limbah

cair tahu, mengetahui massa tepung tulang ayam yang harus ditambahkan ke dalam limbah cair tahu agar mendapat kadar N, P dan K optimal, dan mengetahui persen (%) peningkatan kadar N, P dan K pada limbah cair tahu yang sudah terfermentasi dengan EM-4 setelah penambahan tepung tulang ayam.

## METODE

Alat yang digunakan adalah 1 set alat fermentasi, alat presto, oven, neraca analitik AL20U Mettler Toledo, labu kjeldahl, unit destilator, spektro UV-Vis SHIMADZU 1240, SSA Perkin Elmer Analyst 100. Bahan yang digunakan adalah limbah cair tahu, EM-4, tulang ayam, aquades, asam askorbat teknis,  $H_3BO_3$ , indikator Conway, parafin cair, NaOH, HCl pekat,  $HNO_3$  pekat,  $HClO_4$  pekat, standar induk P 1000 mg Titrisol,  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ , kalium antimonitrat,  $H_2SO_4$ , *demin water*, larutan standar induk K 1000 mg Titrisol dengan *grade pro analyst* buatan Merck.

Tepung tulang ayam diperoleh dengan cara yang sederhana. Tulang ayam yang sudah dibersihkan dipotong-potong dan direbus selama 15 menit. Kemudian direndam oleh HCl 0,8% selama 6 jam dan dicuci sebanyak 5kali. Tulang ayam di steam dengan press cooker selama 2 jam, di oven dengan suhu  $105^\circ C$  selama 5 jam, dan tulang di blender hingga halus.

Pembuatan pupuk organik cair dengan memfermentasi limbah cair tahu yang ditambahkan tepung tulang ayam dengan variasi massa 5, 10, 15, 20 dan 25g dengan waktu fermentasi selama 4, 8, dan 12 hari, kemudian dilakukan analisis kadar N, P dan K. Analisis K menggunakan metode kjeldahl yang terdiri dari tiga tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Untuk analisis P dan K menggunakan metode spektrofotometri.

Analisis kadar N didapat dari perhitungan hasil titrasi antara N- $NH_4$ , N- $NO_3$ , dan N-Kjeldahl (N- $NH_4$  dan N-organik), dimana didapatkan kadar N total. Dengan perhitungan:

$$\text{Kadar N-organik (\%)} = (\text{kadar N-organik dan N-}NH_4) - \text{kadar N-}NH_4$$

$$\text{Kadar N total (\%)} = \text{kadar N-organik} + \text{N-}NH_4 + \text{N-}NO_3$$

(Eviati dan Sulaeman, 2009)

Analisis kadar P dilakukan dengan terlebih dahulu mendestruksi sampel hingga sampel tersisa sekitar 0,5mL dan diencerkan dengan aquades hingga 50 mL. Sampel ini didiamkan selama semalam atau dapat disaring dengan kertas saring W-41. Filtrat diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan pereaksi pembangkit warna hingga 10 mL, kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Setelah didapatkan absorbansinya, maka dapat dihitung kadar P dengan terlebih dahulu mencari ppm kurva dari kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dibuat berdasarkan deret standar P yaitu 1,2,4,6,8 dan 10 ppm.

$$\text{Kadar P (\%)} = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{mL eks}}{1000} \times \frac{\text{mL eks}}{1000} \times \frac{10}{\text{mg sai}} \times \frac{10}{\text{mg sai}} \times \text{fp} \times \text{fk}$$

(Eviati dan Sulaeman, 2009)

Analisis kadar K dilakukan dengan melakukan hal yang sama dengan analisis kadar P, yaitu dengan mendustriksi hingga didapatkan cairan 0,5 mL sampel dan diencerkan dengan aquades hingga 50 mL. Sampel didiamkan dan diambil 1 mL dan diencerkan kembali dengan aquades hingga 10 mL. Absorbansi diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom, sehingga dapat diukur kadar K dengan mencari ppm kurva terlebih dahulu dari kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dibuat berdasarkan deret standar K yaitu 2,4,8, 12, 16 dan 20 ppm.

$$\text{Kadar K (\%)} = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{mL eks}}{1000} \times \frac{\text{mL eks}}{1000} \times \frac{10}{\text{mg sai}} \times \frac{10}{\text{mg sai}} \times \text{fp} \times \text{fk}$$

(Eviati dan Sulaeman, 2009)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah proses perebusan kedelai. Menurut Said (1999) kandungan didalam limbah cair tahu antara lain gas nitrogen, oksigen, hidrogen sulfida, amonia, karbondioksida, dan metana. Gas-gas tersebut dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air buangan. Hasil analisis kandungan hara limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3. Analisis kadar hara limbah cair tahu**

Parameter	Kadar
N total	742ppm
P tersedia	20 ppm
K	80 ppm

Kadar N total pada limbah cair tahu merupakan jumlah nitrogen total dalam limbah baik itu organik maupun anorganik. Dalam air nitrogen terutama terdapat sebagai protein. Dari hasil analisis hara tersebut maka limbah cair tahu tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik cair. Kandungan nitrogen total limbah cair tahu belum terfermentasi dan tepung tulang ayam dapat dilihat dalam Tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 4. Kadar N limbah cair tahu dan TTA**

Sampel	Kadar N total (%)
Limbah cair tahu	0,0742
Tepung Tulang Ayam	4,2169

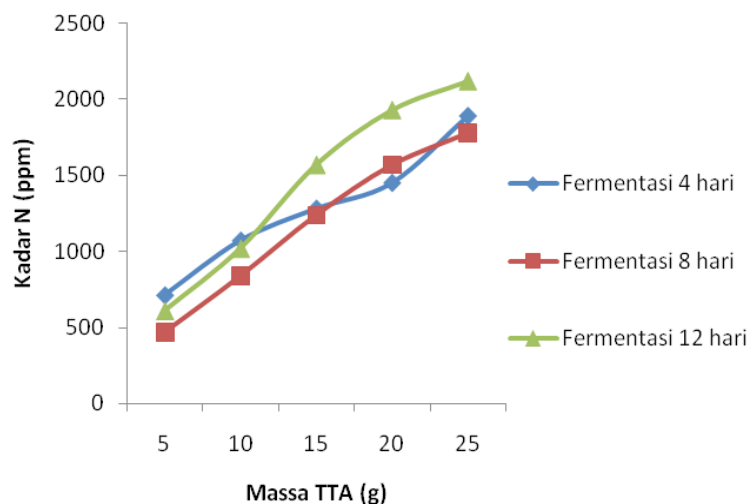
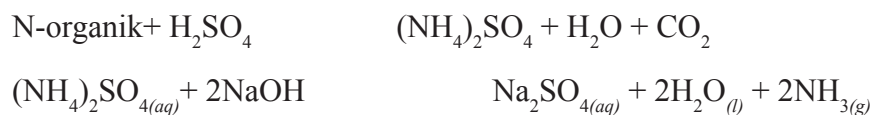
Tahap selanjutnya adalah limbah cair tahu difermentasi menggunakan EM-4 dengan variasi hari. Aktivator mikroba memiliki peranan penting karena digunakan untuk mempercepat proses fermentasi. Kandungan total pada limbah cair tahu terfermentasi dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut :

**Tabel 5 Kadar N total pada fermentasi limbah cair tahu**

Waktu fermentasi (hari)	Kadar N total (%)
4	0,0365
8	0,0352
12	0,0316

Tepung tulang ayam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung tulang ayam yang telah mengalami proses pelunakan terlebih dahulu dengan asam klorida dan dengan menggunakan alat presto. Tepung tulang ayam ditambahkan kedalam sampel agar terjadi penambahan kadar.

Penentuan kadar nitrogen pada limbah cair tahu dengan menggunakan metode Kjeldahl yang meliputi tiga tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Pada penelitian ini yang dilakukan adalah menentukan kadar nitrogen dari limbah cair tahu yang belum difermentasi dan tepung tulang ayam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya kandungan nitrogen didalamnya.



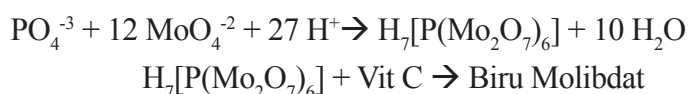
**Gambar 1. Hubungan antara massa TTA yang ditambahkan dengan kadar N total dalam pupuk organik cair**

Secara keseluruhan bahwa kadar N dilihat dari massa TTA yang ditambahkan mengalami penurunan yaitu pada fermentasi 4 hari mengalami kenaikan namun pada massa TTA 20 g mengalami penurunan, sedangkan pada fermentasi selama 8 hari mengalami penurunan kadar N namun dilihat dari penambahan TTA mengalami kenaikan sampai pada massa TTA 25 g, dan selanjutnya pada fermentasi 12 hari mengalami kenaikan kembali pada kadar N sejalan dengan

penambahan massa TTA yang bertambah. Hal ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme yang berperan didalamnya. Pada waktu fermentasi 8 hari ternyata mikroorganisme sedang aktif tumbuh dan berkembang sehingga membutuhkan N untuk kelangsungan hidupnya, hal ini dinamakan *log phase*. Menurut Muryati dan Ratna (2012) menyatakan bahwa *log phase* yaitu waktu dimana mikroorganisme mulai tumbuh dan berkembang secara logaritmis, pada fase ini mikroorganisme mengalami perkembangbiakan yang paling cepat. Setelah beradaptasi terhadap kondisi baru, sel-sel akan tumbuh cepat sampai jumlah maksimum dan memakan nitrogen yang ada, sehingga kadar N menurun. Sedangkan pada fermentasi ke 12 hari terjadi kenaikan kadar N kembali, hal ini dikarenakan aktivitas mikroorganisme yang semakin berkurang bahkan kemungkinan mikroorganisme tersebut mengalami kematian sehingga jasad-jasad dari mikroorganisme yang mengandung nitrogen tersebut mengakibatkan bertambahnya kadar N pada sampel pupuk tersebut. Fase kematian disebut dengan *death phase*, yang menurut Muryati dan Ratna (2012) bahwa *death phase* merupakan fase dimana jumlah sel mikroba menurun karena pertumbuhan berhenti sedangkan kematian mikroorganisme berlangsung terus. Dari hasil data diatas terjadi peningkatan kadar N total sebesar 0,138%.

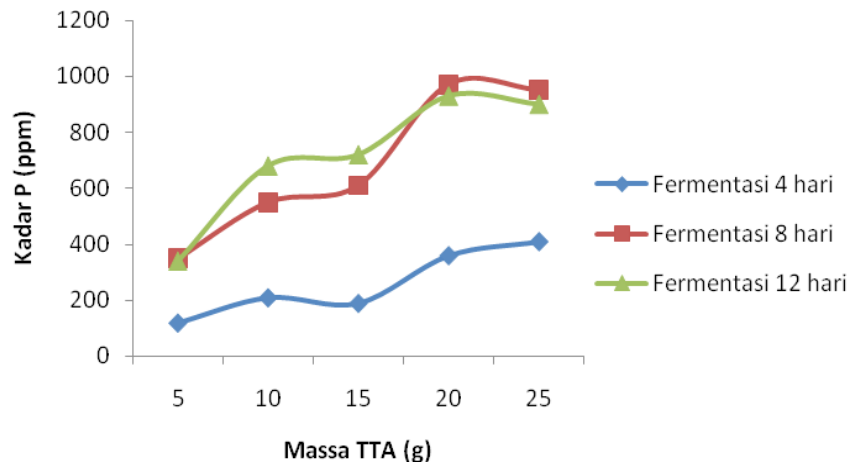
Fosfor mempunyai peran penting dalam membran tanaman, sampai fosfor tersebut terikat pada molekul lipida yang merupakan senyawa yang dikenal sebagai fosfolipida (Samekto, 2008). Fosfor dalam tanaman berfungsi mempercepat pertumbuhan akar semai, dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa, dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, dapat meningkatkan biji-bijian. Sumber fosfat berada di dalam tanah sebagai fosfat mineral yang kebanyakan dalam bentuk batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman, bahan organik, dan dalam bentuk pupuk buatan (Sutejo, 1990).

Fosfor diambil tanaman terutama dalam bentuk senyawa  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$ . Sebelum semua sampel dianalisis, terlebih dahulu sampel didestruksi. Proses destruksi bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan suatu asam kuat. Asam kuat yang digunakan untuk mendestruksi adalah  $HNO_3$  dan  $HClO_4$  dengan perbandingan 5mL:0,5 mL. Pemeriksaan kuantitatif untuk fosfor dilakukan secara spektrofotometri sinar tampak dengan menggunakan larutan campuran 15 mL amonium molibdat, 50 mL asam sulfat 5N, 30 mL asam askorbat, dan 5 mL kalium antimonitrat yang membentuk larutan berwarna biru. Antimon ditambahkan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Lebih jauh lagi, antimon meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran serapan yang lebih sensitif (Walingaet al., 1989). Reaksi yang terjadi :



Analisis kadar P diukur dengan menggunakan spektronic 20. Nilai kadar P tertinggi

diakibatkan karena penambahan tepung tulang ayam. Fungsi TTA tersebut adalah untuk meningkatkan kadar P dalam limbah cair tahu, karena kandungan P dalam TTA sebesar 2,87% sehingga mampu untuk meningkatkan kadar P didalam limbah cair tahu.

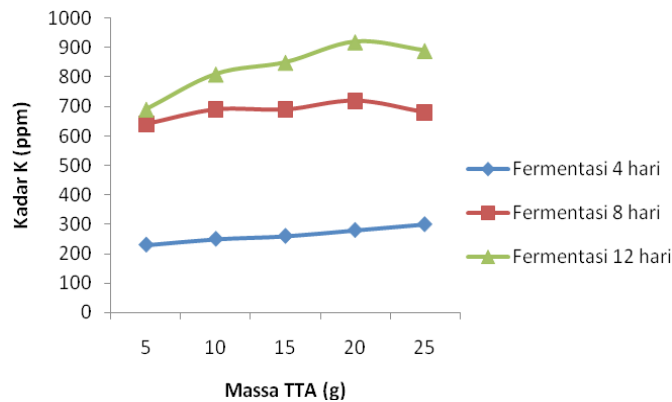


**Gambar 2. Hubungan antara massa TTA yang ditambahkan dengan kadar P pada pupuk organik cair**

Secara keseluruhan bahwa pada fermentasi selama 12 hari mengalami penurunan dari fermentasi 8 hari dan 4 hari, selain itu dilihat dari massa TTA yang ditambahkan bahwa semua kadar P pada massa TTA 25 g mengalami penurunan kadar P. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi berjalan cepat dimana mikroorganisme pengurai mencapai titik pertumbuhan maksimum. Dikarenakan kompos sudah matang sebelum waktu yang ditentukan, mikroorganisme semakin banyak kesempatan untuk menghisap sebagian fosfor dalam kompos yang sudah matang untuk membentuk zat putih telur dalam tubuhnya (Murbandono, 2000). Selain itu, saat proses destruksi kemungkinan terjadi penguraian ion fospat yang tidak sempurna sehingga ketika proses destruksi dihentikan dan analisis dilakukan, kadar P yang didapat bukan berupa senyawa fospat atau hanya sekedar unsur fospat, sehingga terjadi penurunan kadar P. Kemungkinan lain yaitu terjadi pengendapan antara  $Ca^{+2}$  dengan ion fospat saat larutan didiamkan semalam, karena akibat penambahan tulang yang kandungan Ca-nya tinggi sehingga saat penyaringan, fospat yang diharapkan justru ikut tersaring dan menempel dikertas saring yang pada akhirnya tidak dapat diukur kadarnya. Pada penelitian ini bahwa terjadi peningkatan kadar P limbah cair tahu dan limbah cair tahu dengan penambahan TTA sebesar 0,095%.

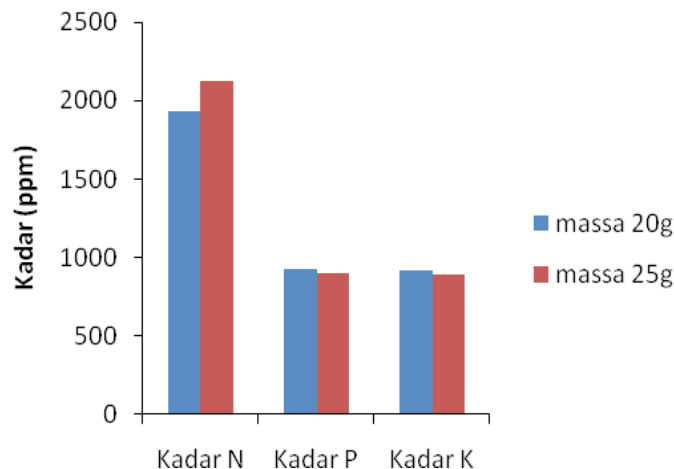
Penentuan kadar K menggunakan spektrofotometer serapan atom, yaitu dengan cara proses destruksi terlebih dahulu, yang bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan suatu asam kuat. Pengaruh penambahan TTA mengakibatkan

semakin bertambahnya kadar kalium yang didapat. Secara keseluruhan jika dilihat dari lama fermentasinya bahwa kadar K mengalami kenaikan yang cukup signifikan.



**Gambar 3. Hubungan antara massa TTA yang ditambahkan dengan kadar K pada pupuk organik cair**

Secara keseluruhan jika dilihat dari lama fermentasinya bahwa kadar K mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Dari hasil penelitian, terjadi peningkatan kadar kalium 0,084% dari kadar limbah semula. Tetapi jika dilihat dari massa TTA yang ditambahkan dan lama fermentasinya bahwa kadar K menurun di massa TTA 25 g pada lama fermentasi 4 hari. Hal ini diduga karena aktivitas mikroorganismenya, dimana mikroorganismenya selain merombak kalium juga menggunakan kalium untuk aktivitas metabolisme hidupnya (Notohadiprawiro, 1999).



**Gambar 4. Hubungan antara massa TTA (20 g dan 25 g) dengan kadar NPK pada pupuk organik cair**



Namun dalam hal ini seluruh komposisi sampel sudah dapat digunakan Namun dalam hal ini seluruh komposisi sampel sudah dapat digunakan sebagai pupuk organik cair dan sudah memenuhi syarat standar mutu pupuk organik cair Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yaitu <2%.

Secara keseluruhan berdasarkan Gambar 4 diatas bahwa massa tepung tulang ayam yang harus ditambahkan untuk memperoleh kadar N, P dan K yang optimal adalah dengan massa tepung tulang ayam sebanyak 20 g yaitu menghasilkan kadar N, P dan K yang cukup tinggi. Namun pada hal ini jika dilihat secara seksama bahwa kadar N tertinggi diperoleh ketika penambahan TTA sebanyak 25 g, sedangkan untuk menghendaki kadar P dan K yang tinggi dengan penambahan TTA sebanyak 20 g, perbedaan ini terjadi karena penelitian ini didasarkan variasi massa TTA dengan melihat keoptimalan dalam tingginya kadar N, P dan K. Oleh karena itu, ketika menghendaki kadar N yang tinggi maka massa yang optimal yang harus ditambahkan yaitu dengan penambahan TTA 25 g, sedangkan ketika menghendaki kadar P dan K yang tinggi maka massa optimal penambahan TTA sebesar 20 g.

Didalam kehidupan tumbuhan hara N, P dan K sangat diperlukan untuk keberlangsungan hidupnya, baik untuk proses fotosintesis, penyusun klorofil, transfer energi, pembelahan dan pembesaran sel, dan sebagainya. Namun, dalam hal ini jika menghendaki keoptimalan dalam penambahan TTA pada sampel maka massa TTA yang ditambahkan adalah sebesar 20 g agar mendapatkan kadar N, P dan K yang tinggi, karena berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 bahwa kadar NPK harus <2%, maka yang lebih memungkinkan untuk meningkatkan jumlah hara dalam tanah agar dapat terserap oleh tanaman yaitu dengan penambahan massa TTA sebanyak 20 g dengan kadar sebesar N sebesar 1930 ppm (0,193 %), P sebesar 930 ppm (0,093%), dan K sebesar 920 ppm (0,092%) dengan lama fermentasi 12 hari.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian bahwa besarnya kadar NPK pada limbah cair tahu adalah N (742 ppm), P (20 ppm), K (80 ppm). Formulasi yang terbaik berdasarkan keoptimalan kadar N, P dan K maka lama fermentasi dilakukan selama 12 hari dengan massa TTA antara 20 g, karena massa tersebut kadar NPK yang tinggidengan kadar N sebesar 1930 ppm (0,193 %), P sebesar 930 ppm (0,093%), dan K sebesar 920 ppm (0,092%). Dan pada penelitian ini terjadi peningkatan kadar N, P dan K setelah penambahan massa TTA masing-masing adalah sebesar N 1380 ppm (0,138%), P 910 ppm (0,091%), dan K 840 ppm (0,084%).

## DAFTAR PUSTAKA

- Capah, R.L. 2006. Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair dari Sludge Instalasi Gas Bio dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam dan Tepung Darah Sapi. Skripsi Program Studi Teknologi Produksi Ternak. Institut Pertanian Bogor.
- Murbandono, L. 2000. Membuat Kompos. Ed. Rev. Jakarta:Penebar Swadaya.
- Muryati, S. dan Ratna Dewi K. 2012. Mikrobiologi Lingkungan dan Terapan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Notohadiprawiro T. 1999. Tanah dan Lingkungan. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Said, I.N. 1999. Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu – Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. Jakarta: Direktorat Teknologi Lingkungan.
- Samekto, R. 2008. Pemupukan. Yogyakarta : Pt. Aji Cipta Pratama.
- Sutejo, M.M. 1990. Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta: Rhineka Cipta.
- Wididiana, B.N., S.K. Riyatmo, dan T. Higa. 1996. Tanya-Jawab Teknologi Effective Microorganisms. Jakarta : Penerbit Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan.