

**PRODUKSI PUPUK NPK-Mg MURAH DARI LIMBAH TERNAK AYAM  
DAN LIMBAH GARAM**

**Rahmad Fajar Sidik<sup>1</sup> dan Mochamad Ahied<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan IPA Universitas Trunojoyo Madura

<sup>1</sup>wakasensei99@yahoo.com

---

**Abstrak:** *Produksi pupuk lengkap seperti NPK, merupakan komoditi yang sangat penting bagi penduduk negara agraris seperti Indonesia. Pupuk NPK yang telah diperkaya dengan mineral Mg dan K dapat diproduksi dengan menggabungkan teknologi Bokashi limbah kotoran ayam dan kristalisasi limbah garam. Melalui teknologi Bokashi (EM-4) kotoran ternak ayam diperoleh pupuk organik dengan komposisi hara N:P:K berturut-turut sebanyak 1,2:1,65:0,5% dalam waktu dua minggu. Perbandingan campuran EM-4, tetes tebu, dan air pada proses produksi adalah 1:10:50 (b/b). Mineral yang potensial untuk ditambahkan pada pupuk organik diperoleh dari kristalisasi limbah garam (bittern) dengan basa Ca(OH)<sub>2</sub> dan memperoleh komposisi campuran mineral Na:Mg:K:Ca sebanyak 0,56:1,24:29,36:53,84%. Formulasi pupuk organik (NPK) dengan mineral K dan Mg dari bittern dilakukan dengan rasio 10:1(b/b).*

**Kata kunci:** pupuk lengkap, bokashi, pupuk organik, bittern, kristalisasi, mineral.

---

**Abstract:** *The complete fertilizer production, such as NPK, is a very important commodity for the inhabitants of an agrarian country like Indonesia. NPK fertilizer which has been enriched with Mg and K minerals can be produced by combining the Bokashi technology (EM-4) of chicken manure and the salt waste (bittern) crystallization. Through Bokashi technology of chicken manure obtained organic fertilizer with it's composition of NPK such as 1,2:1,65:0,5% within two weeks. The mixing ratio of EM-4, molasses, and water in the production process is 1:10:50 (w/w). The macro mineral, Mg and K can be obtained from salt waste crystallization with a base Ca(OH)<sub>2</sub> and the composition of mineral mixture of Na, Mg, K and Ca as much as 0,56:1,24:29,36:53,84%. The formulation of organic fertilizer (NPK) with mineral K and Mg from bittern performed with 10:1(w/w) ratio.*

**Keywords :** *complete fertilizer, bokashi, organic fertilizer, bittern, crystallization, minerals.*

---

## PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering dihadapi petani di Indonesia adalah harga pupuk NPK dipasaran cukup tinggi pada saat masa tanam. Padahal pupuk lengkap tersebut merupakan pupuk dasar yang wajib ada untuk pemupukan tanaman pangan. Selain harga, tidak meratanya distribusi pupuk nasional membuat pupuk jenis ini semakin sulit didapatkan oleh petani. Sehingga perlu adanya sumber produksi pupuk NPK yang murah agar terjaga ketersediaannya dengan harga terjangkau oleh masyarakat.

Kebutuhan hara N dan P dapat diambil dari sisa metabolisme atau limbah ternak berupa kotoran ternak. Sebagai contoh, di dalam kotoran sapi mengandung hara yang dibutuhkan tanaman seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan belerang (Nurmawati dan Suhardianto, 2000). Tetapi kadar hara mineral dalam pupuk organik sangat kecil, utamanya mineral magnesium (Mg). Lingga dan Marsono (2006) melaporkan kandungan kuantitatif hara dari pupuk organik sapi dengan kadar air 80%, N 0.3%, P 0.2%, K 0.15%, dan rasio C/N 20-25. Hal ini mirip dengan laporan Djuarnani, Kristian dan Setiawan (2006), pupuk organik dari pupuk kandang mengandung unsur hara yaitu kadar air 85%, N 0.40%, P 0.20%, dan K 0.10%. Dalam kedua laporan tersebut tidak disebutkan adanya kandungan magnesium dalam pupuk organik, tetapi dilaporkan ada kandungan mineral kalium.

Untuk memperkaya kandungan mineral kalium dan magnesium pada pupuk NPK dari limbah ternak, bisa ditambahkan dari hasil pengolahan limbah garam. Mineral kalium dan magnesium murah bisa didapatkan dari limbah produksi garam (bittern), yang kaya mineral  $MgSO_4$ ,  $MgCl_2$  dan  $KCl$ . Menurut hasil penelitian Sato, Rasmito dan Soewarno (2010), dalam limbah garam konsentrasi 300Be berpotensi mengandung magnesium dan kalium berturut-turut sampai 52,8 dan 14.2 g/L.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya dapat dijadikan acuan bahwa hara N dan P dari limbah ternak dapat digabungkan dengan mineral Mg dan K dari limbah garam. Penelitian Lozano dan Sanvicente (2002), serta laporan Kanti dan Sidik (2012) memberi informasi kondisi basa dan sumber N dan P dari bahan kimia murni seperti amonia ( $NH_3$ ) dan garam fosfat ( $K_2HPO_4$ ). Pupuk jenis ini digolongkan pada struvite atau struvite analog, dikatakan mampu melepaskan hara N dan P ke tanah secara lambat, sehingga konsumsi N dan P tidak berlebihan. Pupuk ini dianggap terbaik dalam hal kegunaan karena mencegah penggunaan N dan P secara berlebihan dan mencegah keracunan tanah atau peristiwa eutrofikasi, tetapi mahal dalam pembuatan.

Untuk mengurangi biaya pembuatan pupuk penelitian lanjutan dilakukan oleh Heryanto, Sidik dan Efendy (2014) dengan menggunakan limbah ternak sebagai sumber hara N dan P secara langsung. Dalam penelitian tersebut, Heryanto dkk. tidak melakukan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah ternak sebagai sumber hara N dan P, tetapi melakukan pencampuran (adisi) langsung. Metode ini memiliki keunggulan pada kecepatan dan kemudahan pembuatan pupuk, tetapi loss terhadap hasil pupuk organik (limbah ternak) cukup tinggi. Hal ini karena tidak semua hara N dan P dalam limbah ternak dapat terikat sempurna dan membentuk endapan dengan mineral Mg dan K dari limbah garam.

Pada penelitian ini dilakukan proses perubahan semua N dan P organik dalam bentuk protein dan lipida dari limbah ternak menjadi hara  $NH_4$  atau  $NO_3$  serta  $PO_4$  pada pupuk organik dengan bantuan mikroorganisme. Dalam proses ini ada perubahan nitrogen (N) dan fosfat (P) organik menjadi unsur sederhana  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , dan  $PO_4^{3-}$ . Kemudian pupuk organik tersebut ditambahkan dengan mineral kalium dan magnesium yang diambil dari limbah garam dengan metode kristalisasi basa. Selanjutnya dilakukan proses formulasi pupuk organik (kaya N dan P) dengan kristal kalium (K) untuk memperoleh pupuk lengkap NPK-Mg.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai dalam proses pembuatan pupuk NPK-Mg adalah beaker glass, baumometer, pHmeter, bak besar dan kecil, timbangan tepung, kamera digital, oven, cawan petri, eksikator, dan timbangan analitik. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses produksi adalah bittern, kotoran ayam, EM-4, tetes tebu, air, dan gamping.

Untuk melakukan uji mutu kandungan pupuk yang diperoleh dari proses produksi dilakukan serangkaian pengujian antara lain kadar N dengan metode Kjeldahl (sebagai N total dari  $NH_4$  dan  $NO_3^-$ ), kadar P dan kadar K dengan metode spektroskopi. Uji kandungan mineral Mg dan K dalam kristal bittern yang diperoleh juga dilakukan dengan menggunakan AAS. Bahan-bahan yang diperlukan antara lain  $H_2SO_4$ , selenium mixture, indikator Conway, Devarda Alloy,  $NaOH$ ,  $HNO_3$ ,  $HClO_4$ , EDTA, formaldehid.

### **Pengolahan Limbah Kotoran Ayam sebagai Sumber Nutrisi N, P, K**

Pembuatan pupuk diawali dengan proses pembuatan pupuk organik dari kotoran ayam dengan menggunakan mikroba (EM-4). Pengambilan sampel limbah kotoran ayam, dipilih yang masih basah. Pengolahan limbah kotoran ayam menjadi bahan pupuk dengan kandungan hara N, P dan K merupakan modifikasi dari penelitian terdahulu oleh Heryanto, Efendy dan Sidik (2014). Modifikasi yang dilakukan adalah upaya mengubah seluruh komponen nitrogen dan fosfat organik dalam limbah menjadi hara  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  dengan bantuan bakteri EM-4. Proses pengomposan menggunakan komposisi campuran EM-4 : tetes tebu : air dengan perbandingan 1:10:100 (b/b). 1 botol EM-4 (1000 ml) dapat digunakan untuk 1 ton (1000 Kg) limbah kotoran ayam.

### **Pengolahan Limbah Garam Menjadi Sumber Nutrisi K dan Mg**

Mineral K dan Mg dari bittern diperoleh dengan cara kristalisasi total. Kristalisasi total diperoleh dari proses penguapan seluruh air pada bittern dengan bantuan sinar matahari. Padatan yang terbentuk dapat dicampurkan langsung dengan pupuk organik yang telah selesai dibuat dengan perbandingan padatan mineral K/Mg dengan pupuk organik 1:100 bagian.

### **Formulasi Pupuk NPK-Mg**

Formulasi pencampuran antara pupuk dari hasil pengolahan limbah kotoran ayam dan pengolahan limbah garam. Pada percobaan ini dilakukan formulasi 10 : 1 antara pupuk limbah kotoran ayam dengan pupuk limbah garam. Hal ini hanya simulasi untuk mengetahui karakter pencampuran keduanya. Bagaimana dan berapa perbandingan keduanya perlu penelitian lanjutan khusus untuk ini berdasarkan informasi berapa masing hara N, P, K dan Mg diperlukan oleh tanaman yang akan dicoba.

### **Prosedur Uji Mutu Pupuk NPK-Mg**

Untuk menentukan mutu pupuk NPK-Mg yang diproduksi maka dilakukan analisa kadar air dengan metode gravimetri (ASTM C-696), penetapan N total (N-organik +  $\text{N-NH}_4$  +  $\text{N-NO}_3$ ) Kjeldahl, C total, P dengan cara spektroskopi, penetapan K dan Mg dengan AAS. Selain itu dilakukan pula pengukuran pH pupuk dengan pHmeter yang diproduksi agar pada penggunaannya tidak mengalami kendala karena pH menentukan jenis mineral yang dilarutkan air tanah.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengolahan Limbah Kotoran Ayam dengan Metode Bokashi**

Proses pengomposan limbah kotoran ayam berjalan dengan lebih cepat dengan bantuan mikroba, yaitu EM-4. Dalam EM-4 terkumpul berbagai bakteri yang bisa membongkar C organik, N organik hingga lemak hingga diperoleh hara N, P dan K. Pada penelitian sebelumnya (Heryanto, Sidik dan Efendy, 2014) limbah kotoran ayam dipilih yang sudah lama (kering) dengan harapan sudah ada pengomposan alami, kemudian langsung dicampurkan dengan limbah garam (bittern). Dengan menggunakan bantuan EM-4, maka perubahan NPK organik menjadi hara NPK akan lebih cepat dan menyeluruh. Penggunaan bakteri EM-4 ini biasanya dikenal dengan teknik bokashi, karena penemunya berasal dari Jepang.

Limbah kotoran ayam yang digunakan dalam penelitian sebanyak 600 Kg, dan hanya membutuhkan separuh volume botol EM-4 (sekitar 0,5 L), dan sisanya dapat digunakan kembali untuk produksi selanjutnya. Poin krusial pertama dari pembuatan pupuk organik (bokashi) ada pada proses pencampuran antara campuran larutan EM-4 dengan limbah kotoran ayam. Kadar air pada proses pencampuran ini tidak boleh terlalu kering dan juga tidak boleh terlalu basah. Jika terlalu basah maka akan terjadi pembusukan bukan reaksi pengomposan. Pemeriksaan secara visual campuran kotoran ayam dengan larutan EM-4 sudah optimal adalah tampak basah tetapi jika dikepal tidak mengeluarkan air dan jika dilepas tidak pecah.

Poin krusial kedua ada pada tiga hari pertama pengolahan campuran setelah penambahan larutan EM-4. Karena proses pengomposan yang berlangsung cepat dengan bantuan EM-4 maka timbul energi panas karena proses-proses reaksi dalam limbah oleh mikroba. Hal ini membutuhkan proses aerasi atau pembalikan agar mikroba memperoleh oksigen yang cukup dan membuang kelebihan panas ke udara. Mikroba sangat rentan hidupnya terhadap panas yang berlebihan, yang bisa mengurangi aktivitas pengomposannya. Dalam sehari minimal dilakukan proses pembalikan atau aerasi sebanyak 3 kali.

**Tabel 1.** Kadar hara NPK, Rasio C/N dan kadar air dari pupuk organik limbah kotoran ayam

Uji	N (Total)	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K (K <sub>2</sub> O)	C/N	Kadar Air Rata-Rata
Jumlah	1,2%	1,65%	0,5%	12	14,67%

Hasil analisa kadar hara NPK pada pupuk organik organik yang diproduksi dengan metode bokashi (EM-4) dapat dilihat pada Tabel 1. Persentase hara NPK dalam pupuk organik yang dihasilkan cukup baik, dan menunjukkan beberapa kesesuaian dengan beberapa data penelitian Suriadikarta dan Setyorini (2005). Hal ini menunjukkan keberhasilan proses pengomposan dengan metode bokashi (EM-4) selama dua minggu.

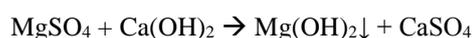
Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai rasio C/N rendah, hal ini disebabkan karena tidak ada bahan pengembang yang digunakan dalam proses produksi pupuk NPK hanya menggunakan limbah kotoran dari ternak ayam. Hal ini dilakukan dengan sengaja karena tidak ada kekhawatiran reaksi pembusukan limbah kotoran ayam dengan penggunaan mikroba tambahan EM-4, dan memiliki kelebihan produk dengan kandungan N total cukup tinggi. Kekurangannya bahan gampang mengalami pembusukan. Tetapi reaksi pembusukan dapat diminimasi dengan penggunaan bakteri EM-4.

### Pengolahan Limbah Garam Menjadi Sumber Nutrisi K dan Mg

Limbah garam yang disebut bittern kaya akan mineral Mg dan K (Sato, Rasmito dan Soewarno, 2010). Kedua logam mineral ini dapat diolah lebih lanjut untuk dibuat sebagai sumber potensial unsur hara atau lebih dikenal pupuk. Pupuk dengan unsur hara Mg dan K dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak oleh tanaman, sehingga digolongkan pada unsur hara makro.

Metode paling mudah mengambil komponen Mg dan K dari bittern adalah dengan kristalisasi total, sehingga akan didapatkan garam campuran dari keduanya. Akan tetapi metode ini memiliki kelemahan karena garam yang diperoleh akan memiliki kandungan NaCl yang cukup tinggi. Padahal kandungan NaCl tidak diinginkan karena akan meracuni tanah dengan kandungan Cl yang tinggi. Beberapa tanaman, seperti tembakau dan cabai, cenderung bermasalah dengan kandungan klorida dalam tanah terlalu tinggi.

Untuk memperoleh Mg tanpa tanpa gangguan dari klorida maka dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pengendapan dengan basa. Basa yang dipilih adalah Ca(OH)<sub>2</sub> karena paling murah dan mudah didapat. Dengan penambahan basa Ca(OH)<sub>2</sub> pada kondisi biasa dan tanpa peralatan khusus, mineral Mg akan mengendap sebagai Mg(OH)<sub>2</sub>. Dengan reaksi sebagai berikut:

**Tabel 2.** Kadar unsur mineral dalam endapan bittern dengan basa

Unsur Mineral	Na (sodium)	K (kalium)	Mg (magnesium)	Ca (kalsium)
Jumlah	0,56 %	1,24 %	29,36 %	53,84 %

Endapan yang diperoleh pada proses ini dicuci dengan akuades, dikering udarakan dan kemudian ditimbang. Dari 4 liter limbah garam (bittern) yang diendapkan dengan 1 Kg CaO, dihasilkan 0,85 Kg endapan halus. Hasil analisa kadar mineral dari 0,85 Kg endapan halus ini disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa komponen terbesar adalah mineral kalsium dari basa yang ditambahkan.

### Pupuk NPK-Mg Hasil Formulasi (1:10)

Metode pencampuran antara pupuk organik dan limbah garam (bittern) telah mengalami beberapa perubahan dibandingkan penelitian sebelumnya, proses pencampuran atau formulasi tidak dilakukan dalam fasa cair tetapi dalam fasa kering. Dengan demikian tidak ada unsur hara yang terbuang pada proses ini. Pada proses sebelumnya, penelitian Heryanto, Efendy dan Sidik (2014) alur penelitian mengharuskan penambahan padatan pupuk kandang/pupuk organik (rata-rata 5 Kg) dilarutkan dalam 1 Liter bittern. Hasil yang diperoleh terdapat loss yang besar, karena banyak pupuk organik yang sangat larut dan ikut filtrat tidak bisa dipisahkan dari filtrat atau pencucian dengan harapan menghilangkan kelebihan klorida yang dianggap berbahaya bagi tanaman.

Teknologi terbaru bisa memungkinkan pencampuran langsung bittern padat yang sudah di hilangkan komponen kloridanya dengan cara penambahan gamping. Dengan penambahan CaO maka komponen Mg dan Ca akan mengendap sebagai Mg(OH)<sub>2</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub>, sedangkan K, Na, SO<sub>4</sub> dan Cl akan tetap larut. Selanjutnya dilakukan proses pencucian untuk menghilangkan kelebihan ion Na dan Cl.

Kandungan mineral dalam pupuk organik dapat ditingkatkan kadarnya dengan cara pencampuran langsung dengan pupuk organik. Formulasi dari pencampuran ini akan menjadi fokus pada kegiatan penelitian berikutnya. Hal ini harus memperhatikan kebutuhan nutrisi dari target yang akan diberi pemupukan. Sebagai contoh tanaman tembakau sawah di Madura sering terserang penyakit pada daun muncul titik coklat dan layu terlalu cepat. Hal ini mungkin terkait dengan kekurangan mineral Mg sebagai pengendali zat hijau daun. Hal ini juga dikonfirmasi nilai kemudahan keterbakaran rokok dari daerah yang rendah juga disebabkan kadar mineral Mg rendah (Sidik dan Supriyanto, 2010).

#### **Analisis Kadar Air**

Kadar air dalam suatu bahan menentukan kualitas bahan tersebut. Dalam kasus produk pupuk organik bermineral (K dan Mg), penting untuk dijaga agar kadar air tidak terlalu tinggi karena dikhawatirkan ada kehilangan mineral K dan Mg akibat adanya proses pelarutan. Hasil analisa kadar air pupuk organik dapat terlihat pada Tabel 1. Kadar air pupuk organik masih cukup tinggi karena ada pemberian limbah garam sehingga karakter fisik dari pupuk masih kurang baik (mudah lembab) untuk digunakan sebagai pupuk tanaman maupun sayuran.

#### **Analisa pH pupuk NPK-Mg**

Dari hasil analisa pH pupuk hasil formulasi dapat diketahui pupuk yang dihasilkan cenderung sedikit basa (7,3-7,8). Hal ini perlu diperhatikan untuk penggunaan pada jenis tanah tertentu yang peka terhadap pupuk yang sedikit basa.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan diuraikan, maka ditarik kesimpulan bahwa :

1. Proses produksi pupuk organik limbah kotoran ayam dengan metode bokashi (EM-4) dapat dilakukan selama dua minggu dengan komposisi NPK berturut-turut sebesar 1,2:1,65:0,5 %.
2. Metode paling mudah dan murah untuk mendapatkan mineral Mg dengan sedikit K adalah dengan pengendapan basa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dengan komposisi Mg, K dan Ca sebesar
3. Karakter pupuk NPK-Mg hasil formulasi pupuk organik dengan mineral limbah bittern pada rasio 10:1 adalah pH sedikit basa dan tingkat kadar air cukup tinggi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Djuarnani N., Kristian, Setiawan BS. 2005. Cara Cepat Membuat Kompos. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Heryanto R. Efendy M. Sidik RF. 2014. Karakteristik Fisika Pupuk Organik yang Telah Di Tambah Limbah Garam (bittern). Bangkalan. Universitas Trunojoyo Madura.
- Kanti W DC. Sidik RF. 2012. Produksi Struvite dan Stuvite Analog dengan Pengatur Basa Berbeda. Bangkalan. Universitas Trunojoyo Madura.
- Lingga P., Marsono. 2006. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Lozano JAF., Sanvicente L. Multinutrient Phosphate-base Fertilizer from Seawater Bitterns. Interciencia. SEP 2002, VOL. 27 N° 9.
- Nurmawati s., Suhardianto A. 2000. Studi Perbandingan Penggunaak Pupuk Kotoran Sapi dengan Pupuk Kascing Terhadap Produksi Tanaman Selada. FMIPA. Universitas Terbuka.
- Sato, A. Rasmito A dan Soewarno. 2010. Epsomite Crystal from Bittern. Department of Chemical Engineering Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya 60117 Indonesia
- Sidik, R.F. dan Supriyanto. 2010. Penentuan Komposisi Minyak Atsiri Tembakau Rajang Kering Madura. Prosiding LPPM UTM. Bangkalan.
- Standard Method for Analysis Water and Wastewaters
- Suriadikarta DA., Setyorini D. 2005. Laporan Hasil Penelitian Standar Mutu Pupuk Organik. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

