

# JUMLAH KANDUNGAN UNSUR Fe, Cu, DAN Zn PADA KOMBINASI KOMPOS DENGAN PUPUK KANDANG SAPI DAN AYAM

Raudhatu Shofiah\*<sup>1</sup>, Oksana<sup>1</sup>, Lia Kurnia<sup>1</sup>, Penti Suryani<sup>1</sup>, Tiara Septirosya<sup>1</sup>, Novita Hera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian & Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau

\*e-mail: raudhatu@uin-suska.ac.id

## Abstract

Compost is an indicator of organic farming to achieve sustainable agriculture. Compost combined with cow and chicken manure contains micronutrients which have positive and negative impacts on plant growth. This research was conducted to measure and analyze the amount of micro-nutrient contents Fe, Cu and Zn in 3 types of compost. This research (Utomo T., 2010) used a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments and eight replications consisting of a) 100% Azolla compost, b) 50% Azolla compost + 50% chicken manures, and c) 50% Azolla compost + 50% cow manures with the parameters measured pH, Fe (%), Cu (ppm), and Zn (ppm). Then, the data was analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a 5% level and compared with Indonesia's Compost Quality Standard of SNI 19-7030-2004. Adding cow and chicken manures to Azolla compost can increase the pH, Fe, Cu and Zn content significantly. The addition of chicken manures can increase the Fe, Cu and Zn contents more than cow manures. The Cu element content of chicken manures has exceeded the maximum threshold for Indonesia's Compost Quality Standard of SNI-2004.

**Keywords:** Azolla compost, manures, micronutrient, Fe, Cu, Zn

## Abstrak

Kompos merupakan salah satu indikator pertanian organik guna mencapai sustainable agriculture. Kompos yang dikombinasikan dengan pupuk kandang sapi dan ayam memiliki kandungan unsur hara mikro yang memiliki dampak positif dan negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan menganalisis jumlah kandungan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn yang terkandung di dalam 3 jenis kompos. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 8 ulangan yang terdiri dari a) 100% kompos Azolla, b) 50% kompos Azolla + 50% pupuk kandang ayam, and c) 50% kompos Azolla + 50% pupuk kandang sapi dengan parameter pengamatan pH, Fe (%), Cu (ppm), and Zn (ppm). Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% dan dibandingkan dengan Standar Kualitas Kompos SNI 19-7030-2004. Penambahan pupuk kandang sapi dan ayam kedalam kompos Azolla dapat meningkatkan pH, kandungan Fe, Cu, dan Zn secara signifikan. Penambahan pupuk kandang ayam mampu meningkatkan kandungan Fe, Cu, dan Zn lebih banyak dibandingkan dengan pupuk kandang sapi. Kandungan unsur Cu dari pupuk kandang ayam telah melebihi ambang batas maksimum Standar Kualitas Kompos SNI-2004.

**Kata Kunci:** Kompos azolla, pupuk kandang, unsur hara mikro, Fe, Cu, Zn

## 1. PENDAHULUAN

*Sustainable agriculture* merupakan sebuah terobosan untuk perbaikan tanah dan lingkungan sebagai dampak dari praktik pertanian sebelumnya yang banyak memberikan dampak terhadap tanah (Coulibaly *et al.*, 2021) sebagai akibat dari penggunaan pestisida dan pupuk sintetis (Sen *et al.*, 2021). Kesadaran untuk beralih kepada pertanian organik merupakan salah satu jawaban untuk melestarikan tanah dan lingkungan serta meminimalisir dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Kondisi ini tidak hanya berlaku di tingkat produsen, tetapi juga banyak diminati konsumen (Mayrowani, 2012).

Pupuk organik merupakan salah satu ciri utama pertanian organik (Firmanto, 2011). Kandungan unsur hara terutama hara mikro sangat rendah di dalam pupuk organik, akan tetapi pupuk organik mampu memperbaiki kesuburan tanah khususnya sifat-sifat fisik tanah, seperti permeabilitas, struktur, dan kation-kation tanah (Roidah, 2013). Salah satu bentuk pupuk organik yang bisa digunakan untuk praktik pertanian organik adalah kompos.

Azolla merupakan salah satu bahan dasar kompos yang sangat potensial untuk memperbaiki kesuburan tanah dengan pH 6,5 (Lestari *et al.*, 2019). Kompos Azolla dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman Pakcoy (Lestari *et al.*, 2020), meningkatkan serapan N pada padi di tanah salin (Arafah *et al.*, 2017), dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan

produksi kedelai pada dosis perlakuan 60g/polybag (Nazirah, 2019) serta meningkatkan produktifitas selada (Ma'sum *et al*, 2022).

Pupuk kandang ayam dan sapi yang ditambahkan ke dalam kompos juga menjadi alternatif pilihan yang banyak dilakukan guna memperkaya unsur hara makro dan mikro di dalam pupuk kompos. Pupuk kandang merupakan sumber pupuk yang sangat bernilai bagi tanaman dan bisa dijadikan sebagai pengganti pupuk sintetik (Aboutayeb *et al*, 2014). Pupuk kandang ayam dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah (Dikinya dan Mufwanzala, 2010) yang menjadi indikator kesuburan tanah. Penambahan pupuk kandang ayam memberikan hasil yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif Sorgum (Silalahi *et al*, 2018) dan Kubis Bunga (Sari *et al*, 2016). Selanjutnya, penambahan pupuk kandang ayam yang disertai dengan pupuk hayati dapat meningkatkan produksi mentimun (Rasyid *et al*, 2020) serta mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi sawi hijau dengan pemberian dosis 60 ton/Ha (Bhoki *et al*, 2021).

Beberapa penelitian mengenai pemberian pupuk kandang sapi juga telah menunjukkan dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif beberapa tanaman. Pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 30 ton/Ha yang dikombinasikan dengan jarak tanam 10 cm x 20 cm dapat meningkatkan jumlah umbi dan produksi Bawang Merah (Sakti dan Yogi, 2018). Pemberian pupuk kandang sapi juga dapat menambah bobot tongkol Jagung Manis sebanyak 49% dengan pemberian perlakuan sebanyak 25 ton/Ha (Maryo *et al*, 2021).

Akan tetapi, penambahan pupuk kandang sapi dan ayam juga memiliki dampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Dampak tersebut berupa jumlah kandungan unsur hara logam seperti Fe, Cu, dan Zn. Unsur hara ini merupakan unsur hara mikro esensial yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah sedikit. Jika berada di atas ambang batas maksimum, maka akan memberikan dampak negatif terhadap tanah dan pertumbuhan tanaman (Notohadiprawiro, 2006). Jumlah Fe di atas ambang batas maksimum dapat menghambat perkembangan akar dan menghambat pertumbuhan tanaman (Utomo *et al*, 2016). Toksisitas Fe dapat menjadi masalah dan penghambat produksi tanaman secara serius. Tanaman sering mengalami toksisitas karena Cu berlebih dengan kadar Cu berkisar antara 20-30 ppm per berat tanaman, tergantung jenis tanamannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah kandungan unsur mikro Fe, Cu, dan Zn pada kompos *Azolla* sp. Yang di kombinasikan dengan pupuk kandang ayam dan sapi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan delapan ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu; a) 100% azolla (kontrol), b) 50% azolla + 50% pupuk kandang ayam, dan c) 50% azolla + 50% pupuk kandang sapi. Data yang telah diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam taraf 5%, jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan BNT pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Analisis data yang diperoleh dari hasil laboratorium disajikan dalam bentuk tabel yang meliputi; a) pH, b) jumlah unsur Fe, c) jumlah unsur Cu, dan d) jumlah unsur Zn. Data yang diperoleh akan dibandingkan dengan Standar Kualitas Kompos SNI 19-7030-2004.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penambahan pupuk kandang sapi dan ayam pada proses pembuatan kompos *Azolla*, sp. memberikan hasil yang berbeda nyata diantara masing-masing parameter pengamatannya, sebagaimana yang dapat dilihat pada Tabel 1.

### Pembahasan

#### pH Kompos

Penambahan pupuk kandang ayam menghasilkan pH kompos *Azolla* sp. bersifat alkali dimana sudah melebihi ambang batas maksimal Standar Kualitas Kompos SNI 2004 (Tabel 1). Kondisi ini berbeda nyata dengan penambahan pupuk kandang sapi dan tanpa perlakuan. Akan tetapi, penambahan pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata dengan kompos yang tidak diberi perlakuan. Pada pH yang netral, aktivitas mikroorganisme dalam pupuk organik berjalan sempurna, sehingga unsur hara yang terlepas dari pupuk organik juga semakin baik (Utomo, 2010). Sedangkan untuk perlakuan yang

ditambahkan kotoran sapi dapat dikatakan pH masam karena dibawah standar pH kompos. Kompos azolla yang ditambahkan dengan kotoran ayam dikatakan pH basa kerena berada diatas standar pH kompos.

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Fe, Cu, dan Zn Pada Kompos *Azolla*, sp.

Parameter	Hasil Analisis			Standar Kualitas Kompos SNI	
	100 % Azolla (P0)	50% Azolla + 50% Kotoran Ayam (P1)	50% Azolla + 50% Kotoran Sapi (P2)	Min	Maks
pH	6,8 <sup>a</sup>	8,00 <sup>b</sup>	6,53 <sup>a</sup>	6,8	7,49
Fe (%)	0,22 <sup>a</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,39 <sup>c</sup>	-	2
Cu (ppm)	33,82 <sup>a</sup>	114,5 <sup>b</sup>	58,45 <sup>c</sup>	-	100
Zn (ppm)	199,5 <sup>a</sup>	391,75 <sup>b*</sup>	301,25 <sup>c</sup>	-	500

Tingginya pH pada kompos dengan penambahan kotoran ayam diduga dipengaruhi oleh kotoran ayam yang mengandung amonium (McCall, 1980). Proses pengomposan juga membentuk NH<sub>3</sub> yang bersifat basa, sehingga pH kompos yang dihasilkan mendekati netral. Supadma (2008), menyatakan bahwa nilai pH dipengaruhi juga oleh proses perombakan protein yang menghasilkan NH<sub>3</sub> yang kemudian berikatan dengan air membentuk NH<sub>4</sub>OH yang bersifat basa. Perubahan pH kompos berawal dari pH agak asam karena terbentuknya asam-asam organik sederhana, kemudian pH meningkat pada inkubasi lebih lanjut akibat terurainya protein dan terjadinya pelepasan amonia. Menurut Permana (2011), tingginya nilai pH pada kompos disebabkan oleh sumbangan kation-kation basa hasil mineralisasi bahan kompos seperti K<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> dan Mg<sup>++</sup> juga akibat dari penghancuran protein, penguapan amoniak dan aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat.

#### Kandungan Unsur Mikro Fe

Kandungan unsur mikro Fe tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 0,76% ppm yang berbeda nyata dengan perlakuan P2 yaitu (0,39%) dan perlakuan P0 yaitu (0,22%) dimana kandungan Fe pada semua perlakuan masih berada dibawah ambang batas maksimum Standar Kualitas Kompos SNI 2004. Penambahan pupuk kandang ayam dan sapi meningkatkan unsur Fe pada kompos *Azolla*,sp. secara signifikan.

Jumlah kandungan unsur Fe yang lebih tinggi pada penambahan pupuk kandang ayam berbeda nyata dengan penambahan pupuk kandang sapi. Kondisi ini disebabkan adanya penambahan Fe dalam pakan ayam dalam bentuk garam dan besi sulfat (Taschetto *et al.* 2017) yang bertujuan untuk meningkatkan pembentukan sel darah merah (Septyasih *et al.*, 2016) dan meningkatkan kualitas telur (Taschetto *et al.*, 2017). Disamping itu, jumlah kandungan Fe pada kompos juga diduga disebabkan oleh penambahan EM-4 dalam proses pembuatan kompos (Agus *et al.*, 2014) dimana starter EM-4 memiliki kandungan Fe sebesar 129,54 ppm.

#### Kandungan Unsur Mikro Cu

Penambahan pupuk kandang ayam dan sapi meningkatkan kandungan unsur Cu secara signifikan pada kompos *Azolla*, sp (Tabel 1). Penambahan pupuk kandang ayam dapat meningkatkan kandungan Tembaga (Cu) sebanyak 54,38% pada kompos *Azolla*,sp. Tingginya kandungan Cu pada penambahan pupuk kandang ayam ini berada di atas ambang batas maksimum Standar Kualitas Kompos SNI 2004. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan suplemen Cu pada pakan ayam, khususnya broiler yang berfungsi untuk mencegah penyakit dan efisiensi pemberian pakan (Irshad *et al.*, 2013). Salah satu suplemen yang biasa digunakan adalah mineral organik (CuSO<sub>4</sub>) dan mineral inorganik (*Intellibond* Cu atau IBC) (Lestari *et al.*, 2020).

Kondisi yang berbeda terjadi pada pupuk kandang sapi, dimana pupuk kandang sapi hanya

meningkatkan kurang 1 kali lebih banyak atau sebanyak 26,69% Cu pada kompos *Azolla*, sp. Unsur Tembaga (Cu) pada pupuk kandang sapi berasal dari pakan yang berasal dari rumput atau hijauan alam dimana kandungan Cu dipengaruhi oleh aktivitas urban akan berkontribusi secara signifikan untuk menaikkan logam berat di atmosfer (Sharma *et al.*, 2008) dan juga kandungan lignoselulosa (Supriyati, 2000).

#### Kandungan Unsur Mikro Zn

Penambahan pupuk kandang ayam dan sapi pada pembuatan kompos *Azolla*, sp dapat meningkatkan kandungan Seng (Zn) 3 kali lebih banyak dibandingkan dengan kompos yang tidak ditambahkan pupuk kandang (Tabel.1). Namun, penambahan kandungan Zn pada kompos P2 dan P3 ini masih berada dibawah ambang batas maksimal Standar Kualitas Kompos SNI 2004.

Jumlah kandungan unsur Zn pada kompos yang ditambahkan pupuk kandang ayam berbeda nyata dengan peningkatan sebesar hampir satu kali lebih banyak jika dibandingkan dengan kompos yang ditambahkan pupuk kandang sapi. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya pemberian pakan ayam yang mengandung logam (Ko *et al.*, 2004) dan zat aditif (Hejna *et al.*, 2017) serta pemberian vitamin pada ayam (Lindsay, 2001). Setiap jenis produk kompos yang diberikan penambahan pupuk kandang akan menghasilkan kandungan hara yang berbeda sesuai dengan jenis ternak, umur ternak, bentuk fisik, pakan, dan air (Pranata, 2010). Salah satu bentuk zat yang biasa ditambahkan ke pakan ayam khususnya broiler adalah hidrolisat ikan dan  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , dimana zat ini mampu meningkatkan kandungan Zn pada pupuk kandang ayam (Rahayu, 2023).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penambahan pupuk kandang ayam dan sapi dalam pembuatan kompos *Azolla* meningkatkan kandungan Fe, Cu, dan Zn secara signifikan. Kompos yang dihasilkan dari pupuk kandang ayam memiliki kandungan Fe, Cu dan Zn yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang sapi. Kandungan Cu pada kompos yang mengkombinasikan *Azolla* dan pupuk kandang ayam berada di atas ambang batas maksimum Kualitas Standar Kompos SNI-2004 dan untuk parameter pengamatan lainnya masih berada dalam ambang batas yang diperbolehkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aboutayeb R, Mohamed E, Zhor A, Badr F, dan Yahya K. (2014). The use of composted poultry manure as an organic amendment: Effects on soil physicochemical properties and *Mentha Spicata* L. *Int J of Advanced Res*, 2:1109–1119.
- Agus C. E. Faridah, D. Wulandari dan B. H. Purwanto. (2014). Peran Mikroba Strater Dalam Dekomposisi Kotoran Ternak Dalam Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 2(21):179-187.
- Arafah, M. . (2017). Pengaruh Pupuk Organik (*Azolla pinnata*) Terhadap C-Organik Tanah, Serapan N Dan Bobot Kering Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Tanah Dengan Tingkat Salinitas Tinggi. *Jurnal Untirta*, 1-12.
- Bhoki, M., J.Jeksen, dan H. D. Beja. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Agro Wiralodra*, 4 (2):64-68.
- Coulibaly, T. P. (2021). A Rewiew : Sustainable Agricultural Practices Adoption. *Agriculture*, 67(4): 166-176.
- Irshad, M., A. H. Malik., S. Shaukat., S. Mushty and M. Ashraf. (2013). Characterization of Heavy Metals in Livestock Manures. *Pol. J. Environ. Stud.* 4(22), 1257-1262.
- Ko, H. J., H. L. Choi., H. S. Park and H. W. Lee. (2004). Prediction of Heavy Metal Content In Compost Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *J. Anim, Sci.* 12(17), 1736-1740.
- Lestari, R, A. Darmawan, dan I.Wijayanti. (2020). Suplementasi Mineral Cu dan Zn dalam Pakan Organ Dalam dan Lemak Abdomen Ayam Broiler. *Journal INTP* 18 (3), 74-80.
- Lestari, S.U., Enny M., dan N. Susi. (2019). Uji Komposisi Kimia Kompos *Azolla Mycrophylla* dan Pupuk Organik Cair (POC) *Azolla Mycrophylla*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15 (2):121-127.

- Maryo, M.B. Khan, Ahmad Z.Arifin, dan Ratna Zulfarosda. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L. Saccharata Sturt.*) . *Agroscript*, 3 (2) : 113-120.
- Ma'sum ,A. H., Guniarti, dan R. Hidayat. (2022). Kajian Dosis Kompos Azolla dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*). *Agrohita*, 7 (3):507-513.
- Mayrowani, H. (2012). Pengembangan Pertanian Organik Di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonom*, 30( 2): 91-108.
- McCall, Wade W. . (1980, Juni). Chicken Manure. pp. 1-2.
- Nazirah, L. (2019). Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) pada Aplikasi Kompos Azolla. *Jurnal Petanian Tropik*, 6(31):255- 261.
- Notohadiprawiro, N. (2006). *Logam Berat dalam Pertanian*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Permana, D. (2011). *Kualitas Pupuk Organik Cair Dari Kotoran Sapi Pedaging Yang Difermentasi Menggunakan Mikroorganisme Lokal*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu, Oktavia Putri Pontjo. (2023). *Pengaruh Penambahan Hidrolisat Ikan dan ZnSO4 pada Pakan Ayam Broiler terhadap Kandungan Zink Daging Paha Ayam Broiler*. Jawa Timur: Repository Universitas Jember.
- Rasyid, Erfian A., K. Hendarto, Y. C.Ginting, dan A, Edy. (2020). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Mentimun (*Cucumis Sativus L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8 (1): 87 - 94.
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat Penggunaan Pupuk Organik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(1):30-42.
- Sakti, Intan T. dan Yogi Sugito. (2018). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*). *Plantropica Journal Of Agricultural Science*, 3(2): 124-132.
- Sari, Kurnia M., A. Pasigai, dan I. Wahyudi. (2016). Pengaruh Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica Oleracea Var. Bathytis L.*) Pada Oxidistrudepts Lembantongoa. *Jurnal Agrotekbis*, 4 (2) :151-159 .
- Sen, S. S. (2021). Effects of food production and consumption on environment and climate. *Advances in Medical Physics and Healthcare Engineering: proceedings of AMPHE 2020*, (pp. pp. 361–370). Singapur: Springer.
- Septyasih, A., Widajanti, L., dan Nugraheni, S. (2016). Hubungan Asupan Zat Besi, Asam Folat, Vitamin B12 Dan Vitamin C Dengan Kadar Hemoglobin Siswa Di Smp Negeri 2 Tawangharjo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 521–528.
- Sharma, R. K. (2008). Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: a case study in Varanasi. *Environmental Pollution* 154, 254-263.
- Silalahi, Maria J., A. Rumambi, Malcky. M. Telleng, dan W.B. Kaunang. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum Sebagai Pakan. *Zootec*, 38 (2) : 286–295.
- Supriyati., D. Yulistiani., E. Wina., H. Hamid., dan B. Haryanto. (2000). Pengaruh suplementasi zn, cu dan mo anorganik dan Organik terhadap pencernaan rumput secara in vitro. *JITV*. 1(5), 276-179.
- Taschetto, D., Sergio Luiz Vieira, Clara Roselina Angel, Catarina Stefanello, and Liris Kindlein. (2017). Iron requirements of broiler breeder hens. *Poultry Science* 96, 3920–3927.
- Utomo, M. S. (2016). *Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengolahan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Utomo, T. (2010). Potensi Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (Biogas). *Utomo, T. 2010. Potensi Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (Biogas). Prosiding Seminar Tjipto Utomo 30 September 2010* (pp. Utomo, T. 2010. Potensi Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (Biogas). Prosiding Seminar Tjipto Utomo 2010. Institute Teknologi Nasional Bandung 30 September 2010). Bandung: Institute Teknologi Nasional Bandung .