

PENINGKATAN KUALITAS PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH CAIR PRODUKSI BIOGAS MENGUNAKAN COMPOSTAR

Tri Retno Dyah L.^{1)*} dan Srikandi²⁾

¹⁾Bidang Industri dan Lingkungan - Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi,
Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR - BATAN)
Jln. Lebak Bulus Raya No.49 Jakarta 12440

²⁾Prodi Biologi FMIPA, Universitas Nusa Bangsa - Bogor
Jl. K.H.Soleh Iskandar Km. 4, Cimanggu, tanah Sereal - Bogor

*email : tretno@batan.go.id

ABSTRACT

Quality Improvement of Liquid Organic Fertilizer from Water Waste of Biogas Using Compostar

It had been improved the quality of the liquid organic fertilizer from waste of Biogas production with the addition of inoculant (F₁ and F₂) and without inoculant (F₀) also additives (V₁ , V₂ and V₃) . Variations of a given treatment comprised of F₀V₀ (as control), F₀V₁ , F₀V₂ , F₀V₃ , F₁V₁ , F₁V₂ , F₁V₃ , F₂V₁ , F₂V₂ and F₂V₃ using experimental design of CRD (Completely Randomized Design) with 3 x replications . Liquid fertilizer quality parameters measured were : temperature , pH , organic-C , total-N and P. While the parameters measured in the corn biomass is wet weight , dry weight , levels of N and P. The results showed that the addition of biofertilizer Compostar isolates (F₂) were able to decompose the form of additives to the maximum compared with (F₁) and without (F₀) the addition of commercial inoculant with an average content of N - total of 823.2 mg / L and the average P₂O₅ content of 187.7 mg / L. While the addition of additives could increase levels of N - total and P₂O₅ , where the levels of N - largest total in the treatment of V₃ (Tp.fish Tp.bone 2 % and 2%) with an average of 967.6 mg / L , while the largest concentration of P₂O₅ in treatment V₁ (Tp.fish 2 %) with an average of 154.4 mg / L. Liquid organic fertilizer did not significantly affect the levels of nutrient uptake , biomass dry weight of corn plants , but had significant effect on plant height , stem large and heavy wet corn crop biomass , was the treatment of F₂V₂ with the addition of biofertilizer that isolates compostar and additives in the form of bone meal 2 % .

Keywords : liquid organic fertilizer, biogas sludge, compostar

ABSTRAK

Telah dilakukan peningkatan kualitas pupuk organik cair dari limbah produksi biogas dengan penambahan inokulan (F₁ dan F₂) dan tanpa penambahan inokulan (F₀) serta penambahan zat aditif (V₁, V₂ dan V₃). Variasi perlakuan yang diberikan terdiri dari F₀V₀ sebagai kontrol , F₀V₁ , F₀V₂ , F₀V₃ , F₁V₁ , F₁V₂ , F₁V₃ , F₂V₁ , F₂V₂ , dan F₂V₃ menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancang Acak Lengkap) dengan 3 x ulangan. Parameter kualitas pupuk cair yang diukur , yaitu : suhu, pH, C-organik, N-total dan P. Sedangkan parameter pada biomassa jagung yang diukur adalah bobot basah, bobot kering, Kadar hara N dan P. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan biofertilizer berupa isolate *Compostar* (F₂) mampu menguraikan zat aditif secara maksimal dibandingkan dengan inokulan komersil (F₁) dan tanpa penambahan inokulan (F₀) dengan rata-rata kandungan N-Total sebesar 823,2 mg/L dan rata-rata kandungan P₂O₅ sebesar 187,7 mg/L. Sedangkan penambahan zat aditif mampu meningkatkan kadar N-Total dan P₂O₅, dimana kadar N-Total terbesar pada perlakuan V₃(Tp.ikan 2% dan Tp.Tulang 2%) dengan rata-rata sebesar 967,6 mg/L, sedangkan kadar P₂O₅ terbesar pada perlakuan V₁ (Tp.ikan 2%) dengan rata-rata sebesar 154,4 mg/L. Pemberian pupuk organik cair tidak berpengaruh nyata terhadap serapan kadar hara, berat kering biomassa tanaman jagung, tetapi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, besar batang dan berat basah biomassa tanaman jagung, yakni pada perlakuan F₂V₂ yaitu dengan penambahan biofertilizer isolate *compostar* dan zat aditif berupa tepung tulang 2%.

Kata Kunci : pupuk organik cair, *sludge* biogas, *compostar*.

PENDAHULUAN

Bahan keluaran sisa proses pembuatan biogas yang berupa lumpur (*sludge*) dapat digunakan sebagai pupuk organik. Jenis pupuk dapat dibedakan menjadi dua jika dilihat berdasarkan sumber bahan yang digunakan yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan mineral yang telah diubah menjadi senyawa kimia yang mudah diserap tanaman. Sementara itu, pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan organik atau makhluk hidup yang telah mati. Pupuk organik termasuk pupuk majemuk lengkap karena kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur dan mengandung unsur mikro. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak terlalu tinggi bila dibandingkan dengan pupuk anorganik tetapi pupuk organik mempunyai keistimewaan lain yaitu dapat memperbaiki sifat fisik tanah, mengemburkan lapisan tanah permukaan (*topsoil*), meningkatkan jasad renik, serta meningkatkan daya serap dan daya simpan air sehingga secara keseluruhan dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Pemanfaatan *sludge* sisa biogas sebagai pupuk dapat memberikan keuntungan yang hampir sama dengan penggunaan kompos. *Sludge* sisa biogas secara fisik berbentuk lumpur hitam dan tidak berbau, dan telah mengalami fermentasi anaerob sehingga dapat langsung digunakan untuk pemupukan. Pupuk yang dihasilkan dari limbah hasil pembuatan biogas adalah pupuk organik karena bahan dasarnya merupakan limbah organik. Dilihat dari bentuknya, pupuk organik terbagi menjadi dua, yakni pupuk organik padat dan cair. Pupuk organik cair sendiri memiliki beberapa keuntungan daripada pupuk organik padat karena pengaplikasiannya lebih mudah, unsur hara yang terkandung di dalamnya lebih mudah diserap tanaman, dan mengandung mikroorganisme yang jarang terdapat dalam pupuk organik padat. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik yang dihasilkan dari limbah hasil pembuatan biogas terbilang

lengkap tetapi jumlahnya sedikit sehingga perlu ditingkatkan kualitasnya. Pembuatan pupuk cair relatif mudah dan biayanya cukup ekonomis (Hadisuwito, 2007).

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah cair dari produksi biogas sebagai bahan baku produksi pupuk organik cair serta mengetahui pengaruh penambahan bahan lain yang mengandung unsur hara makro seperti fosfor dan kalsium dan penambahan *compostar* produk Kelompok Lingkungan, Bidang Industri dan Lingkungan PAIR-BATAN yang mengandung mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfor yang digunakan pada tanaman uji yaitu jagung manis (*Zea mays* sp.).

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan yang digunakan adalah *sludge* sisa biogas, dedak, tepung ikan, tepung tulang, molases, Superfarm dan isolat mikroba *Compostar* koleksi dari Laboratorium kelompok Lingkungan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN, Pasar Jum'at. Alat-alat yang digunakan adalah jerigen, wadah penampungan/ember, plastik, saringan, karet, tali, kain saring, pH meter, termometer, gayung, corong, timbangan kapasitas 20kg, masker, sarung tangan karet, tali, kain saring, pHmeter, termometer dan gelas ukur.

Metoda

Karakteristik pupuk cair Biogas

Pemisahan *sludge* biogas padat dan cair dari outlet menggunakan saringan kawat dan ditempatkan ke tong plastik. Dilakukan analisis karakteristik awal (H_0). Untuk mengurangi kandungan metana (CH_4) dan gas-gas beracun lainnya (H_2S), pupuk organik cair tersebut distabilkan hingga hari ke-35 (H_{35}), kemudian dilakukan analisis.

Fermentasi pupuk cair Biogas dengan Compostar

Untuk meningkatkan kualitasnya ditambahkan tepung tulang (2%), tepung ikan (2%), dedak, molasses dan penambahan masing- masing strain sebesar 0, 5 dan 10 ml/L pupuk organik cair (1 ml mengandung 10^9 bakteri). Kondisi operasi yang dilakukan dengan nilai pH 6,5-7,5 dan suhu operasi 25-30 °C. Fermentasi dilakukan selama 14 hari. Kemudian disaring lagi dengan saringan kelapa dan diaerasi selama 3 – 4 hari, Kemudian dibiarkan selama 2 hari agar partikel-partikelnya mengendap. Pupuk cair yang diperoleh bewarna coklat seperti larutan air teh. Pada Tabel 1 menunjukkan perlakuan yang diberikan pada pupuk cair *sludge* biogas. Pada Gambar 1 ditunjukkan sampel pupuk cair dengan perlakuan tanpa tambahan inokulan (F_0) dan tambahan inokulan (F_1 dan F_2) dengan V_0 (tanpa tambahan nutrisi), V_1 (tepung ikan), V_2 (tepung tulang) dan V_3 (tp.ikan + tp. Tulang).

Analisa Kualitas Pupuk organik cair.

Analisis dilakukan di laboratorium Kelompok Tanah PAIR-BATAN antara lain karakterisasi *sludge* sisa biogas sebelum (H_0) dan sesudah dilakukan fermentasi aerob (H_{35}), meliputi pH, suhu, N-organik, C, rasio C/N, P, K, kandungan bakteri patogen. Sedangkan analisa kualitas pupuk cair biogas selama fermentasi 14 hari meliputi: pH, suhu, N-total dan P_2O_5 .

Aplikasi Pupuk Organik Cair pada Tanaman Uji (Jagung manis, *Zea mays*)

Pengujian terhadap kualitas pupuk cair dilakukan pada tanaman jagung manis (*Zea mays* sp). Persiapan lahan tanam seluas 4 x 6 m terbagi 4 plot dengan tanaman uji A (kontrol), tanaman B (tanpa inokulan, F_0), tanaman C (inokulan F_1) dan tanaman D (inokulan F_2). Dosis pemberian pupuk sebanyak satu kali/minggu. Pengamatan terhadap tanaman uji selama 35 hari setelah tanam (HST) meliputi: berat basah, berat kering, tinggi tanaman, besar batang, serapan N-total dan serapan P_2O_5 .

Tabel 1. Variasi Perlakuan

Zat Aditif	Inokulan		
	F_0	F_1	F_2
Tanpa Tambahan (V_0)	F_0V_0		
Tp. Ikan (2%) (V_1)	F_0V_1	F_1V_1	F_2V_1
Tp. Tulang (2%) (V_2)	F_0V_2	F_1V_2	F_2V_2
Tp. Ikan (2%) + Tp. Tulang(2%) (V_3)	F_0V_3	F_1V_3	F_2V_3



A



B



C

Gambar.1. A. Pupuk Organik Cair Tanpa Tambahan Inokulum F_0V_0 , F_0V_1 , F_0V_2 dan F_0V_3 ,
B. Pupuk Organik Cair Dengan Inokulum F_1V_1 , F_1V_2 dan F_1V_3 ,
C. Pupuk Organik Cair Dengan Inokulum F_2V_1 , F_2V_2 dan F_2V_3



Gambar 2. Plot Tanaman Uji Jagung Manis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi *Sludge* Biogas

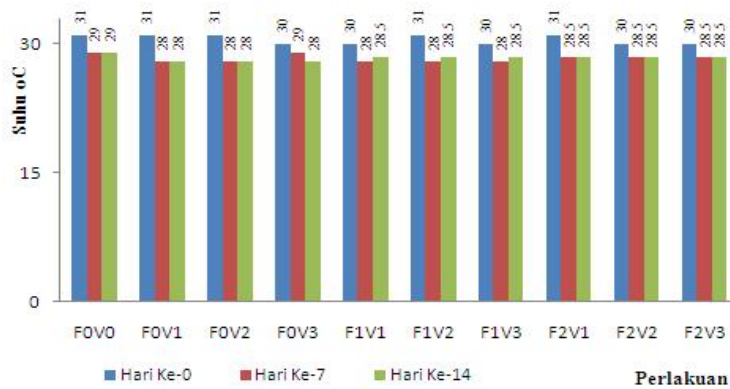
Analisa *sludge* biogas dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimia, fisika dan biologis sebelum dan sesudah fermentasi 35 hari menjadi pupuk organik cair. Pada Tabel 1 menunjukkan nilai pH sebelum dan sesudah fermentasi tidak mengalami perubahan. Hal itu dimungkinkan selama proses degradasi protein organik akan terbentuk NH_3 yang akan berikatan dengan air membentuk NH_4OH yang bersifat basa dan akan meningkatkan nilai pH di atas 8 (Widodo *et.al.*, 2009). Suhu *sludge* sebelum dan sesudah fermentasi juga

tidak berbeda jauh yakni kisaran 30 – 31⁰ C.

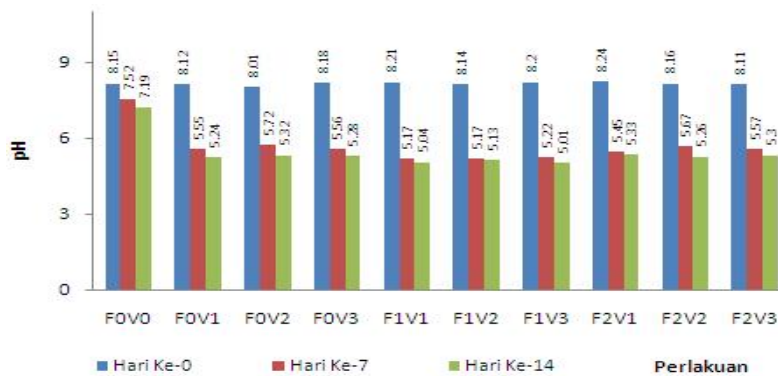
Hal ini dapat diasumsikan bahwa bakteri yang aktif bekerja adalah jenis mesofilik. Sedangkan rasio C/N sebelum fermentasi sebesar 30,37; sesudah fermentasi menurun menjadi 19,93. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan karbon(C) sebagai sumber energi dan meningkatkan kandungan nitrogen. Ini diperlihatkan pada kadar C- organik menurun sesudah fermentasi serta N-Total meningkat sesudah fermentasi. Nilai TS dan VS sebelum dan sesudah fermentasi mengalami penurunan. Ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan-bahan organik.

Tabel 2. Karakteristik *Sludge* Biogas

Parameter	Satuan	Sampel	
		H ₀	H ₃₅
Suhu	-	31	30
pH	-	8	8
Kadar Air	%	93.36	95.20
Kadar Abu	%	11.12	1.20
VS (Volatile Solid)	%	5.90	3.60
TS (Total Solid)	%	6.64	4.80
C-Organik	%	44.66	29.90
N-Total	%	1.47	1.50
C/N Rasio	-	30.37	19.93
E.Coli	MPN	Positif (2400 / 100ml)	Negatif
Salmonella	MPN	Negatif	Negatif
Coliform	MPN	Negatif	Negatif



Gambar 3. Suhu Selama Fermentasi 14 Hari



Gambar 4. Nilai pH Selama Fermentasi 14 Hari

Kadar air meningkat sesudah fermentasi, karena terbentuknya OH- yang bersifat basa, sedangkan kadar abu menurun sesudah fermentasi. Analisis terhadap bakteri yang bersifat patogen menunjukkan bahwa sesudah fermentasi, baik *E. coli*, *Salmonella* dan Coliform negatif.

Pengomposan Pupuk Cair

Proses pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan-bahan organik yang disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme. Pada proses pengomposan akan berlangsung proses penguraian, pengikatan dan pembebasan berbagai zat atau unsur hara. Perubahan yang terjadi selama proses pengomposan dapat ditunjukkan dari parameter berikut.

Suhu

Selama proses pengomposan bahan organik cair, suhu ruangan berkisar 25⁰ – 28⁰C sedangkan suhu dalam reaktor berkisar 28,5⁰ – 31⁰C. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang meningkatkan suhu media cair bahan organik. Kisaran suhu 25⁰ – 31⁰C ini sesuai dengan pertumbuhan bakteri jenis *mesofilik* yang dapat hidup pada suhu 15-45⁰C, dengan tingkat pertumbuhan optimal pada suhu 25-35⁰C (Deacon, 1984).

Nilai pH

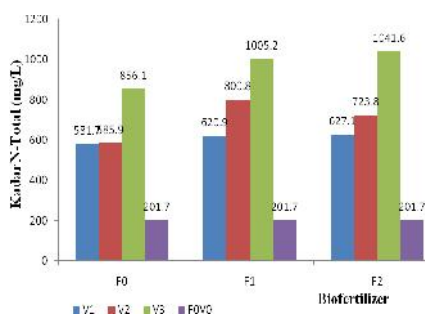
Derajat keasaman media pengomposan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai pH berkisar 5,01 – 8,36. Ini sesuai dengan kisaran nilai pH yang diperoleh oleh Yang (1997) yakni

berkisar 5,5 – 8,0. Pada proses fermentasi, bakteri asidogenik akan beraktivitas dalam mendegradasi limbah organik dan menghasilkan asam-asam organik. Akumulasi asam akan terjadi karena konsentrasi asam volatíl yang tinggi sehingga menurunkan nilai pH.

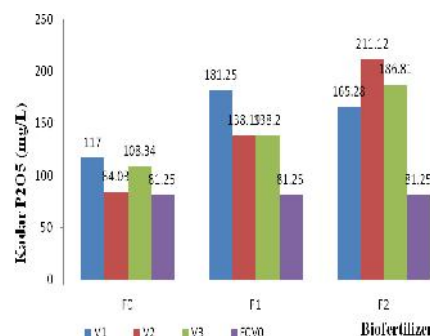
Kualitas Pupuk Cair

Kadar N-Total

Unsur N merupakan hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak. Pada Gambar.5 ditunjukkan bahwa rata-rata kandungan N-Total pupuk organik cair yaitu 760,3 mg/L lebih tinggi dibandingkan pupuk cair kontrol sebesar 201,7 mg/L. Kandungan N-Total pupuk cair dengan penambahan zar aditif dan isolate *Compostar* sebesar 823,2 mg/L lebih tinggi dari pupuk cair dengan penambahan zat aditif dan inokulan komersil(Superfarm) sebesar 783,3 mg/L. Penambahan zat hara dan inokulan mikroba dapat meningkatkan kadar N-total pada pupuk cair sisa produksi biogas.



Gambar 5. Kadar N-total pada Pupuk Cair



Gambar 6. Kadar P₂O₅ pada Pupuk Cair

Kadar P₂O₅

Pada Gambar.6 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan P₂O₅ pupuk organik cair yaitu 147,8 mg/L lebih tinggi dibandingkan pupuk cair kontrol sebesar 81,2 mg/L. Kandungan P₂O₅ pupuk cair dengan penambahan zar aditif dan inokulan *Compostar* sebesar 187,7 mg/L lebih tinggi dari pupuk cair dengan penambahan zat aditif dan inokulan komersil (Superfarm) sebesar 152,5 mg/L. Penambahan zat hara dan inokulan mikroba dapat meningkatkan kadar P₂O₅ pada pupuk cair sisa produksi biogas.

Pengaruh Pupuk Cair Terhadap Tanaman Jagung manis (*Zea mays sp*)

Bobot Basah dan Bobot Kering

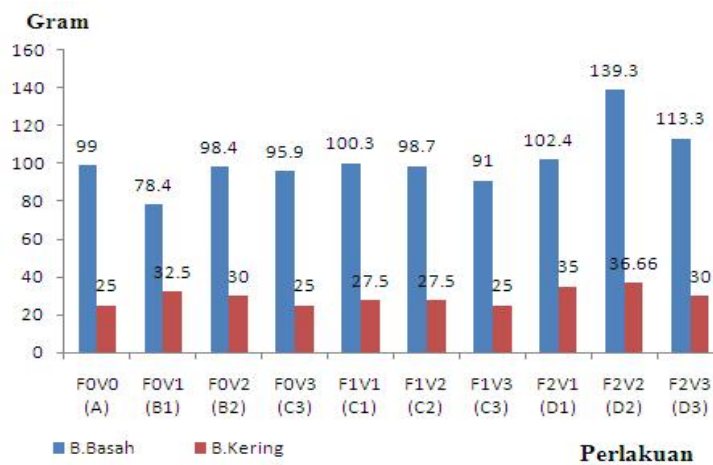
Pada Gambar 7. ditunjukkan pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman jagung manis pada 35 HST. Bobot basah tanaman D2 sebesar 139,3 gram dan bobot keringnya sebesar 36,7 gr. Hal ini mengindikasikan bahwa pupuk cair variasi F₂V₂, yakni penambahan inokulan *Compostar* dan tepung merupakan kombinasi yang memberikan kemampuan penyediaan air dan nutrisi yang tinggi, sehingga memberikan bobot basah tertinggi. Bobot kering tanaman merupakan hasil dari tiga proses, yaitu penumpukan asimilat melalui fotosintesa, penurunan asimilat akibat respirasi dan akumulasi ke bagian cadangan makanan (Parman, 2007). Berat kering tumbuhan

adalah keseimbangan antara pengambilan CO₂ (fotosintesis) dan pengeluaran CO₂ (respirasi). Apabila respirasi lebih besar dibanding fotosintesis, maka berat kering tumbuhan akan berkurang.

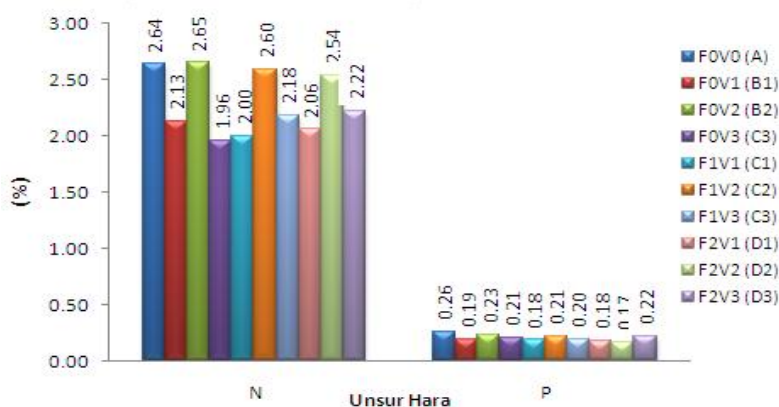
Kadar Serapan Hara Tanaman jagung Manis pada 35 HST.

Unsur hara makro N dan P merupakan zat esensial pada pertumbuhan

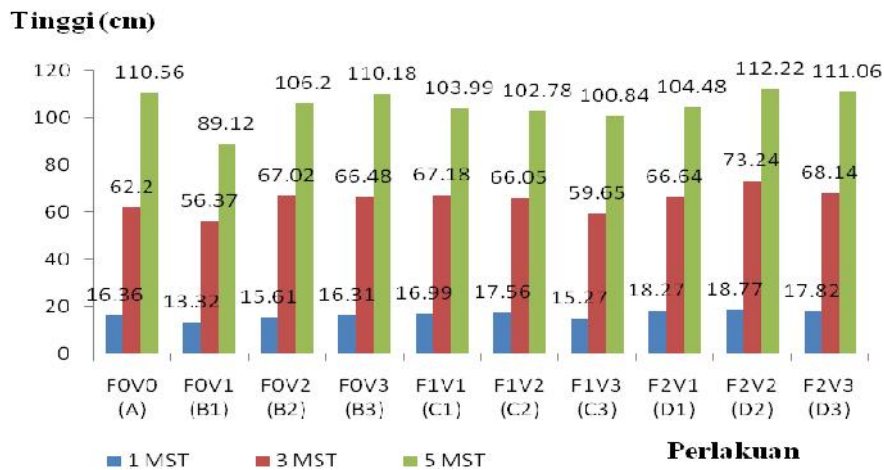
tanaman. Pada Gambar 8. ditunjukkan pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap serapan N-total dan P₂O₅ tanaman jagung manis pada 35 HST. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa variasi perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan kadar N-total maupun P₂O₅ pada tanaman Jagung manis.



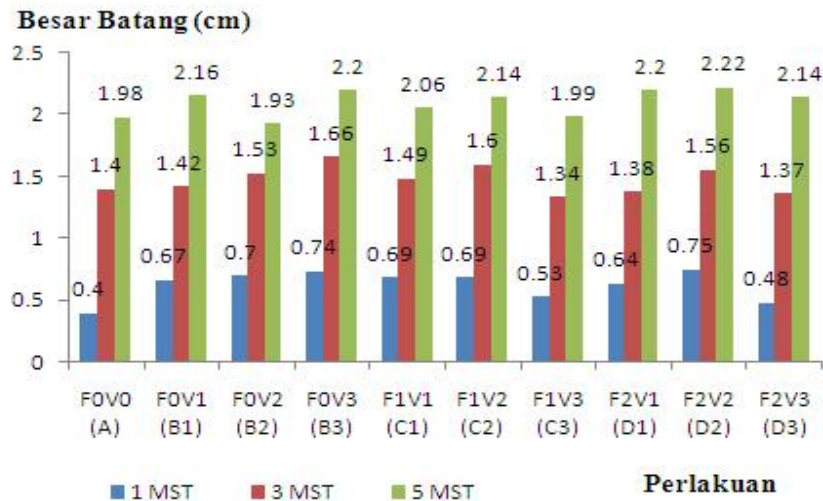
Gambar 7. Bobot Basah dan Kering Tanaman Jagung Manis pada 35 HST



Gambar 8. Serapan N-total dan Serapan P₂O₅ Tanaman Jagung Manis Pada 35 HST



Gambar 9. Tinggi Tanaman Jagung Manis Sampai 35 HST



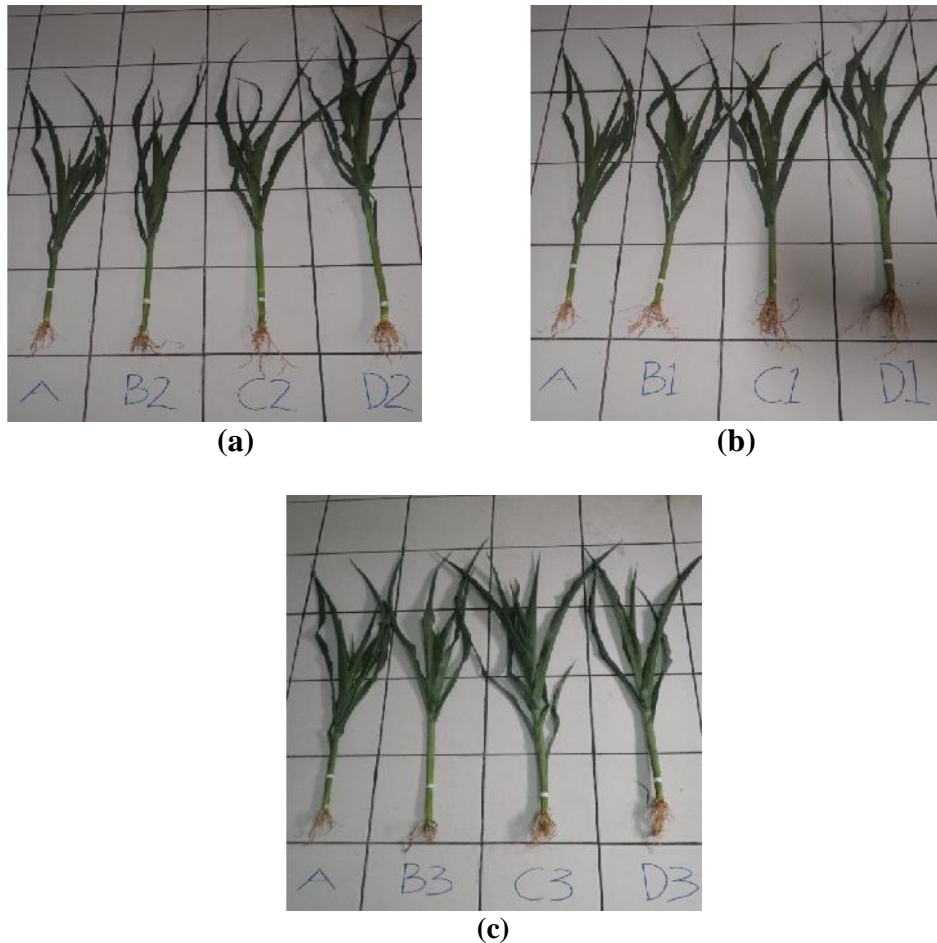
Gambar 10. Besar Batang Jagung Manis Sampai 35 HST

Tinggi Tanaman pada 35 HST

Pada Gambar. 9 ditunjukkan pengaruh pupuk cair pada pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis pada 7 HST, 21 HST dan 35 HST. Tanaman jagung manis (*Zea mays sp*) D2 pada 35 HST dengan tinggi 112,22 cm merupakan tinggi optimal. Pemberian pupuk cair F₂V₂ menunjukkan pengaruh pada tinggi tanaman jagung manis D2, karena pertumbuhan tinggi tanaman pada 7 HST, 21 HST dan 35 HST memberikan pertambahan tinggi yang signifikan.

Besarnya Batang Tanaman pada 35 HST

Pada gambar.10 ditunjukkan pengaruh pupuk cair terhadap besar batang tanaman jagung manis pada 7 HST, 21 HST dan 35 HST. Perlakuan yang terbaik adalah F₂V₂ yang menunjukkan setiap masa setelah tanam mem-perlihatkan peningkatan tinggi tanaman yang signifikan. Tanaman jagung manis D2 dengan besar batang 2,22 cm pada 35 HST merupakan besar batang yang optimum.



Gambar 11. (a). Tinggi dan besar Tanaman Jagung Kontrol (A) dan penambahan *Tp.ikan* (1) serta tanpa inokulan (B), inokulan komersil (C) serta inokulan *Compostar* (D)
 (b). Tinggi dan besar Tanaman Jagung Kontrol (A) dan penambahan *Tp.tulang* (2) serta tanpa inokulan (B), inokulan komersil (C) serta inokulan *Compostar* (D)
 (c). Tinggi dan besar Tanaman Jagung Kontrol (A) dan penambahan *Tp.ikan* + *Tp.Tulang* (3) serta tanpa inokulan (B), inokulan komersil (C) serta inokulan *Compostar* (D)

Pada Gambar 11a, 11b dan 11c ditunjukkan tinggi dan besar tanaman jagung manis pada 35 HST dengan variasi perlakuan yang diberikan. Pada Gambar 11a, 11b dan 11c tersebut menunjukkan bahwa tinggi dan besar batang pada tanaman jagung manis diberikan inokulan *Compostar* (D1, D2 dan D3) mencapai pertumbuhan optimal. Serabut akar pada tanaman jagung manis D1, D2 dan D3 tampak lebih panjang dan lebih banyak dibandingkan dengan tanaman jagung lainnya. Hal itu disebabkan karena inokulan di dalam *Compostar* merupakan *Inoculant Microbes Rhizosphere* (IMR), yakni kelompok mikroba tanah yang hidup di sekitar perakaran, diantaranya bakteri *Bacillus* sp, *Azotobacter* sp dan

bakteri *Rhizobium*.

KESIMPULAN

Penambahan inokulan berupa isolate *Compostar* mampu menguraikan zat aditif secara maksimal dibandingkan dengan EM komersil dan tanpa penambahan EM (mikroba ruminansia) dengan rata-rata kandungan N-Total sebesar 823,2 mg/L dan rata-rata kandungan P_2O_5 sebesar 187,7 mg/L.

Penambahan zat aditif mampu meningkatkan kadar N-Total dan P_2O_5 , dimana kadar N-Total terbesar pada perlakuan V_3 (*Tp.ikan* 2% dan *Tp.Tulang* 2%) dengan rata-rata sebesar 967,6 mg/L, sedangkan kadar P_2O_5 terbesar pada

perlakuan V₁ (Tp.ikan 2%) dengan rata-rata sebesar 154,4 mg/L.

Pemberian pupuk organik cair tidak berpengaruh nyata terhadap serapan kadar hara, berat kering biomassa tanaman jagung, tetapi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, besar batang dan berat basah biomassa tanaman jagung, yakni pada perlakuan F₂V₂ yaitu dengan penambahan r isolate *compostar* dan zat aditif berupa tepung tulang 2%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Marwadi dan Saudara Andri Musa yang telah membantu di teknis lapang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Deacon, JW. 1984. *Introduction to Modern Mycology*. Blackwell Scientific Publication. London
- Hadisuwito, S. 2007. "Membuat Pupuk Kompos dan Cair". Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Widodo, W. T, *et.al.* 2009 Design and development of biogas reactor for farmer group scale. *Indonesia Journal of Agriculture. Tangerang 121-128.*
- Yang, S. S. 1997. Preparation of compost and evaluating it's maturity. *Agriculture and Holticulture Extension Bulletin No.44*