

Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang Sapi dan Aplikasinya pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*)

Shodiq Eko Ariyanto*

diterima : 5 Oktober 2011

disetujui : 5 November 2011

diterbitkan : 29 Desember 2011

ABSTRACT

Effort renders for sustainable agriculture to back up agricultural product that most free from chemical material residue to be done by organic farming. This research intent to get bioactifator that can increase organic fertiliser quality of cow filth via ferment, seeing its purpose impact manures to usufruct that ferment to soiled quality, and gets manure dose usufruct ferment who can increase organic ala sweet corn productivity. Executed research at Bageng Village, Gembong District, Pati Regency and Agriculture Faculty Production Laboratory Muria Kudus University on month of June until with September 2011. The Research factorial utilizes Random Completely Block (RCBD) one that consisting of two factors. First factor is type manure ferment result crib comprise of two factors (2×3) + 1 control (D0), first type factor bioactifator (J) comprise of: J1 = EM 4; J2 = local microorganism (MOL), and second factor dosed crib manure usufructs comprise of ferment: D1 = 5 tons⁻¹ ha; D2 = 10 tons⁻¹ ha; D3 = 15 tons⁻¹ ha. Total treatments seven treatment and each at three replications. Watch: (1) quality manure to usufruct cow filth ferments; (2) soiled qualities: pH, C-organic, capacity exchange cations, pospor content, potassium content; (3) growth and plant developings: plant weight is dry, cob weight per plant, and cob weight per hectare. Treatment bioactifator observational result on processes cow filth ferment Efective Microorganisme-4 (EM-4) and also local microorganism (MOL) having for increase manure quality. Type manures and organic fertiliser dose usufruct den manure ferment on sweet corn plant, having for to soiled quality step-up covers: pH is soil, C organic, KTK, P total soil, and availability of potassium; doses 15 ton⁻¹ best ha for bioactifator second. Despitefully gets to increase plant dry weight, cob weight per plant, and cob weight per sweet corn plant hectare, doses 10 ton⁻¹ hectare is the best; ferments yielding organic fertiliser EM 4 point out better than MOL result.

Keywords : Bioaktifator, crib manure, soil quality, *Zea mays L*

ABSTRAK

Upaya mewujudkan pertanian berkelanjutan untuk mendukung produk pertanian yang terbebas dari residu bahan kimia dapat dilakukan dengan pertanian organik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bioaktifator yang mampu meningkatkan kualitas pupuk organik dari kotoran sapi melalui fermentasi, mengetahui dampak penggunaan pupuk hasil fermentasi tersebut terhadap kualitas tanah, dan mendapatkan dosis pupuk hasil fermentasi yang mampu meningkatkan produktivitas jagung manis secara organik. Penelitian dilaksanakan di Desa Bageng Kecamatan Gembong Kabupaten Pati dan Laboratorium Produksi Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus pada bulan Juni sampai dengan September 2011. Percobaan faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari dua faktor: Faktor pertama adalah jenis pupuk kandang sapi hasil fermentasi terdiri atas dua faktor (2×3) + 1 kontrol (D0), faktor pertama jenis bioaktifator (J) terdiri atas: J1 = EM-4; J2 = mikroorganisme lokal (MOL), dan faktor kedua dosis pupuk kandang sapi hasil fermentasi yang terdiri atas: D1 = 5 ton⁻¹ ha; D2 = 10 ton⁻¹ ha; D3 = 15 ton⁻¹ ha. Jumlah perlakuan tujuh perlakuan dan setiap perlakuan diulang tiga kali. Pengamatan: (1) kualitas pupuk hasil fermentasi kotoran sapi; (2) kualitas tanah: pH, C-organik, KTK, kandungan fosfor; kandungan kalium; (3) pertumbuhan dan perkembangan tanaman: berat brangkasan kering, berat tongkol per tanaman, dan berat tongkol per hektar. Hasil penelitian perlakuan bioaktifator pada proses fermentasi kotoran sapi Efective Microorganisme-4 (EM-4) maupun mikroorganisme lokal (MOL) berpengaruh meningkatkan kualitas pupuk. Jenis pupuk dan dosis pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang pada tanaman jagung manis, berpengaruh terhadap peningkatan kualitas tanah meliputi: pH tanah, C-organik, KTK, P-total tanah, dan ketersediaan kalium; dosis 15 ton⁻¹ ha terbaik untuk kedua bioaktifator. Disamping itu dapat meningkatkan berat kering tanaman, berat tongkol per tanaman, dan berat tongkol per hektar tanaman jagung manis, dosis 10 ton⁻¹ ha terbaik; pupuk organik hasil fermentasi EM-4 menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan MOL.

Kata Kunci : Bioaktifator, pupuk kandang sapi, kualitas tanah, *Zea mays L*.

* Staf Pengajar Fakultas Pertanian UMK

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat untuk kembali ke produk pertanian organik yang bebas dari residu bahan kimia telah menjadi *trend* baru masyarakat dunia. Gaya hidup yang demikian ini telah mengalami pelembagaan secara Internasional yang diwujudkan melalui regulasi perdagangan global yang mensyaratkan jaminan bahwa produk pertanian harus mempunyai atribut aman dikonsumsi, mempunyai kandungan nutrisi tinggi, dan ramah lingkungan.

Pertanian organik merupakan suatu sistem pengelolaan produksi pertanian yang holistik yang mendorong dan meningkatkan kesehatan agroekosistem termasuk biodeversitas, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah, dengan menekankan pada penggunaan input dari dalam dan menggunakan cara-cara mekanis, biologis dan kultur. Pada sistem pertanian organik kekuatan hukum alam yang harmonis dan lestari akan dimanfaatkan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil pertanian sekaligus meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.¹

Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) adalah pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan sumberdaya tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) untuk proses produksi pertanian dengan menekan dampak negatif terhadap lingkungan seminimal mungkin. Keberlanjutan yang dimaksud meliputi: penggunaan sumberdaya, kualitas dan kuantitas produksi, serta lingkungannya. Proses produksi pertanian yang berkelanjutan akan lebih mengarah pada penggunaan produk hayati yang ramah terhadap lingkungan.²

Keberhasilan pembangunan pertanian selama ini telah memberikan dukungan yang sangat tinggi terhadap pemenuhan kebutuhan pangan rakyat Indonesia, namun demikian disadari bahwa dibalik keberhasilan tersebut terdapat kelemahan yang perlu diperbaiki. Produksi yang tinggi yang telah dicapai banyak didukung oleh teknologi yang memerlukan input (masukan) bahan-bahan anorganik yang tinggi terutama bahan kimia pertanian seperti pupuk urea, TSP/SP-36, KCl,

pestisida, herbisida, dan produk-produk kimia lainnya yang berbahaya bagi kesehatan dengan dosis yang tinggi secara terus-menerus, terbukti menimbulkan banyak pencemaran yang dapat menyumbang degradasi fungsi lingkungan dan merusak sumberdaya alam, serta penurunan daya dukung lingkungan.

Adanya kesadaran akan akibat yang ditimbulkan dampak tersebut, perhatian masyarakat dunia perlahan mulai bergeser ke pertanian yang berwawasan lingkungan. Dewasa ini masyarakat sangat peduli terhadap alam dan kesehatan, maka munculah teknologi alternatif lain, yang dikenal dengan “pertanian organik”, “usahatani organik”, “pertanian alami”, atau “pertanian berkelanjutan masukan rendah”. Pengertian tersebut pada dasarnya mempunyai prinsip dan tujuan yang sama, yaitu untuk melukiskan sistem pertanian yang bergantung pada produk-produk organik dan alami, serta secara total tidak termasuk penggunaan bahan-bahan sintetik.

Salah satu komoditas pangan yang mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi produk pertanian organik adalah jagung manis (*Zea mays saccharata Sturt*) atau yang lebih dikenal dengan nama *sweet corn* mulai dikembangkan di Indonesia pada awal tahun 1980, diusahakan secara komersial dalam skala kecil untuk memenuhi kebutuhan hotel dan restoran. Sejalan dengan berkembangnya toko-toko swalayan dan meningkatnya daya beli masyarakat, meningkat pula permintaan akan jagung manis. Jagung manis dapat tumbuh pada daerah beriklim sedang sampai beriklim tropik. Pertumbuhan terbaik didapatkan pada daerah beriklim tropik.³ Hal ini berarti bahwa usaha pengembangan jagung manis di Indonesia mempunyai prospek yang cukup baik.

Jagung manis sebagai bahan pangan dipanen saat masih muda, biasanya dikonsumsi segar, dikalengkan dan dibekukan atau didinginkan. Tiap 100 gram bahan segar jagung manis yang dapat dimakan mengandung 96 kalori; 3,5 gram protein; 1,0 gram lemak; 22,8 gram karbohidrat; 3,0 mg K; 0,7 mg Fe; 111,0 mg P; 400 SI vitamin A; 0,15 mg vitamin B; 12 mg vitamin C dan 0,727 % air.⁴

Di Indonesia pertanaman jagung manis pengembangannya masih terbatas pada petani-petani bermodal kuat yang mampu menerapkan teknik budidaya secara intensif. Keterbatasan ini disebabkan oleh harga benih yang relatif mahal, kebutuhan pengairan dan pemeliharaan yang intensif, ketahanan terhadap hama dan penyakit yang masih rendah dan kebutuhan pupuk yang cukup tinggi. Di samping itu juga karena kurangnya informasi dan pengetahuan petani mengenai budidaya jagung manis serta masih sulitnya pemasaran.

Hasil jagung manis di Indonesia per hektarnya masih rendah, rata-rata 2,89 ton tongkol segar per hektar.⁵ Sedangkan hasil jagung manis di lembah Lockyer Australia dapat mencapai 7-10 ton tongkol segar per hektar.⁶ Dengan masih rendahnya hasil jagung manis maka perlu adanya usaha untuk meningkatkan produksi dengan pemakaian pupuk kandang sebagai sumber hara.

Pupuk kandang merupakan hasil samping yang terdiri atas kotoran padat dan cair dari hewan ternak yang bercampur dengan sisa makanan, dapat menambah unsur hara dalam tanah.⁷ Pemberian pupuk kandang selain dapat menambah tersedianya unsur hara, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Beberapa sifat fisik tanah yang dapat dipengaruhi pupuk kandang antara lain kemantapan agregat, bobot volume, total ruang pori, plastisitas dan daya pegang air.⁸

Untuk membuat pupuk kandang dilakukan dengan mengumpulkan kotoran sapi dalam suatu tempat yang disebut Silo. Dalam Silo tersebut bahan tersebut diperam selama kira-kira 3 bulan. Selama pemeraman terjadi proses pembusukan yang akan mengubah kotoran menjadi bahan yang terlapuk sekaligus melepaskan unsur-unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Untuk mempercepat proses pemeraman bisa dilakukan dengan penambahan mikroorganisme. Waktu pelapukannya relatif cepat, yaitu sekitar 7-14 hari bila dibandingkan dengan waktu pemeraman secara alami yaitu sekitar 90 hari.

Mikroorganisme yang ditambahkan EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), bakteri fotosintetik

(*Rhodospseudomonas sp*), *Actinomyces sp*, *Streptomyces sp* dan ragi.⁹ Selain itu dapat menggunakan mikroorganisme lokal (MOL) adalah larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumber daya yang tersedia setempat, larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro, dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang tumbuhan, dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman. Sehingga MOL dapat digunakan untuk pendekomposer, pupuk hayati, dan sebagai pestisida organik terutama sebagai fungisida.¹⁰

Dari uraian di atas, masalah pokok permasalahan yang akan diteliti adalah sejauh mana penggunaan jenis bioaktifator mampu meningkatkan kualitas pupuk organik (kompos) dari limbah kotoran sapi dan dampak pemanfaatannya terhadap kualitas tanah serta pengaruhnya terhadap produktivitas jagung manis secara organik.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan bioaktifator yang mampu meningkatkan kualitas pupuk organik (kompos) dari kotoran sapi melalui fermentasi dengan berbagai bioaktifator; mengetahui dampak penggunaan pupuk hasil fermentasi tersebut di atas terhadap kualitas tanah; dan mendapatkan dosis pupuk organik (kompos) dari kotoran sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator yang mampu meningkatkan produktivitas jagung manis secara organik.

Manfaat dari penelitian ini, dapat dijadikan suatu paket teknologi untuk memproduksi pupuk organik (kompos) dari kotoran sapi yang berkualitas dan memproduksi jagung manis secara organik serta memberikan informasi dalam upaya mengembangkan pertanian organik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus dan di Desa Wonosekar, Kecamatan Gembong, Kabupaten Pati dengan ketinggian tempat sekitar 150meter di atas permukaan laut. Penelitian dilaksanakan selama enam bulan sejak pencairan dana (dari bulan April sampai September 2011).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain benih jagung manis super (*sweet corn*) produksi Chia Thai Company Limited Thailand, pupuk kandang sapi, pupuk urea, SP36, Bioaktifator EM-4, Mikroorganisme lokal (MOL), dan tetes tebu. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain cangkul, cetok, *sprayer*, ember, gembor, tali rafia, patok, penugal, leaf area meter, timbangan, oven, meteran, pisau, lux meter, jangka sorong, dan alat-alat tulis.

Penelitian dilaksanakan dua tahap yaitu: pertama perbaikan kualitas pupuk kandang sapi yang diperlakukan dengan bioaktifator pada proses pengomposan, terdiri atas: biokatifator EM-4 dan mikroorganisme lokal; kedua aplikasi pupuk organik hasil pengomposan pupuk kandang sapi pada tanaman jagung manis.

Penelitian lapangan aplikasi pupuk organik kandang sapi menggunakan percobaan faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (*Completely Randomized Block Design*) yang terdiri atas dua faktor terdiri atas enam perlakuan kombinasi dan satu perlakuan kontrol. Faktor pertama adalah jenis pupuk kandang sapi hasil fermentasi terdiri atas : (J1) pupuk kandang sapi hasil fermentasi EM-4 dan (J2) pupuk kandang sapi hasil fermentasi MOL; dosis pupuk kandang sapi hasil fermentasi yang terdiri atas: (D1) pupuk kandang sapi dengan dosis 5 ton/ha, (D2) pupuk kandang sapi dengan dosis 10 ton/ha, (D3) pupuk kandang sapi dengan dosis 15 ton/ha.

Variabel yang diteliti meliputi: 1) kualitas pupuk kompos hasil fermentasi kotoran sapi terdiri atas: Kadar C-organik (%), Kadar N (%), C/N ratio, dan Kadar BO (%); 2) sifat kimia tanah terdiri atas: pH tanah, C-organik, KTK tanah, kandungan P tanah, dan kandungan K tanah; 3) komponen pertumbuhan dan hasil jagung manis meliputi: berat brangkas kering, berat tongkol per tanaman, dan berat tongkol per hektar.

Analisis data hasil pengamatan dengan cara: 1) kualitas pupuk organik (kompos) hasil fermentasi dilakukan dengan analisis diskriptif kualitatif; 2) Kimia tanah, pertumbuhan dan hasil jagung manis dianalisis dengan analisis ragam (Anova). Jika dari analisis ragam terdapat keragaman yang

berbeda nyata, dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur.¹¹

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Pupuk Organik

Hasil analisis pupuk kandang sapi difermentasikan dengan bioaktifator EM-4 dan MOL menunjukkan bahwa jenis biaktifator berpengaruh terhadap kualitas pupuk organik yang dihasilkan. Pupuk organik yang dihasilkan masih berada pada kisaran standart SNI pupuk organik. Apabila dibandingkan dengan hasil analisis sifat kimia pupuk kandang sapi tanpa perlakuan bioaktifator.¹² Hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL menunjukkan hasil lebih baik. Perlakuan bioaktifator EM-4 lebih baik dibandingkan dengan MOL, hal ini dikarenakan kandungan mikroorganisme yang berperan dalam mendekomposisi pupuk kandang sapi pada EM-4 lebih banyak dibandingkan dengan MOL. Kandungan unsur hara hasil perlakuan fermentasi dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL, keduanya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Sifat Kimia Hasil Fermentasi Pupuk Kandang Sapi dengan Bioaktifator EM-4 dan MOL

Sifat Kimia	Hasil Analisis EM-4	Pupuk kandang sapi* MOL	Standart SNI
C-organik (%)	18,76	17,53	12
N-total (%)	3,46	2,89	0,4
Phospor (%)	1,56	1,23	0,1
Kalium (%)	2,04	1,72	0,2
C/N ratio	16,90	15,53	10 – 25
pH	7,30	6,9	4 – 8
Kadar Air (%)	24,25	31,2	50 (max)

* : Sandrawati *et al.*, 2007.

Kualitas pupuk hasil fermentasi menggunakan EM-4 maupun mikroorganisme lokal (MOL) dan dosis pupuk yang diberikan menunjukkan pengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan (berat brangkas kering), akan tetapi pada variabel hasil (berat tongkol per tanaman dan berat tongkol per hektar) jagung manis tidak nyata. Namun demikian perlakuan dibandingkan dengan kontrol menunjukkan pengaruh nyata terhadap hasil tersebut. Akan tetapi jenis bioaktifator tidak berpengaruh nyata. Perlakuan

dosis pupuk organik menunjukkan pengaruh yang nyata pada parameter KTK-tanah, P-total, dan K-dd, akan tetapi untuk parameter pH tanah dan C-organik tanah tidak berbeda nyata. (Tabel 1).

Sifat Kimia Tanah

Secara umum hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik hasil fermentasi dengan EM-4 maupun mikroorganisme lokal dari kotoran sapi pada tanaman jagung manis terhadap beberapa sifat kimia tanah menunjukkan pengaruh yang nyata. Perlakuan jenis bioaktifator menunjukkan pengaruh yang nyata pada parameter pH tanah dan C-organik, akan tetapi pada parameter KTK-tanah, P-total, dan K-dd yang digunakan dalam proses fermentasi menunjukkan pengaruh yang tidak nyata, akan tetapi perlakuan dosis pupuk tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada pH dan C-organik.

Kemasaman Tanah (pH)

Jenis bioaktifator yang digunakan dalam proses fermentasi kotoran sapi ternyata mempengaruhi kualitas pupuk organik yang dihasilkan. Berdasarkan analisis keragaman (Lampiran 1) jenis bioaktifator berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah. Dosis pupuk organik dan interaksi antara jenis bioaktifator dengan dosis pupuk organik tidak menunjukkan beda nyata. Perlakuan faktorial dibandingkan dengan kontrol menunjukkan beda nyata. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2

Rerata pH Tanah Hasil Perlakuan Pupuk Kotoran Sapi yang Difermentasi dengan Bioaktifator EM-4, MOL dan Kontrol

Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	pH tanah		Retara
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	
5 (D1)	5,80a	6,30b	
10 (D2)	5,70a	6,30b	
15 (D3)	5,80a	6,50b	
Retara	p	q	x (+)
Kontrol			5,40y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNT 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kotoran sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 dan MOL pada berbagai taraf dosis

berpengaruh nyata dalam meningkatkan pH tanah. Pemberian pupuk kotoran sapi hasil fermentasi bioaktifator meningkatkan pH tanah, hasil fermentasi EM-4 maupun MOL sama-sama dapat meningkatkan pH tanah, namun demikian hasil bioaktifator MOL lebih baik dibandingkan dengan EM-4. Pemberian 15 ton ha⁻¹ pupuk kotoran sapi hasil fermentasi bioaktifator MOL memberikan nilai tertinggi terhadap peningkatan pH tanah. Hal ini diduga bahwa dekomposisi lanjut dari pupuk kandang sapi pada kurun waktu penanaman telah cukup banyak melepaskan ion-ion OH⁻ dari kompleks jerapannya, sehingga berakibat pada kenaikan pH tanah.

Respon pupuk organik hasil fermentasi EM-4 terhadap pH tanah membentuk persamaan regresi ganda $Y = 5,435 + 0,067x - 0,003x^2$, dimana Y adalah pH dan x merupakan dosis pupuk. Berdasarkan hasil analisis regresi berganda (Gambar 2.) pengaruh dosis pupuk organik menunjukkan bahwa R-Sq (R²) sebesar 61,9%, sisanya 38,1% oleh faktor lain, dengan nilai p sebesar 0,078. Sedangkan untuk pupuk organik hasil fermentasi mikroorganisme lokal membentuk persamaan $Y = 5,448 + 0,1797x - 0,007667x^2$, dengan nilai R-Sq (R²) sebesar 84,3% dan p sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pupuk organik hasil fermentasi MOL lebih baik dibandingkan dengan pupuk organik hasil fermentasi EM-4 dalam meningkatkan pH tanah.

Tabel 3

Rerata C-organik tanah (%) tanah hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktifator EM-4, MOL, dan kontrol (%)

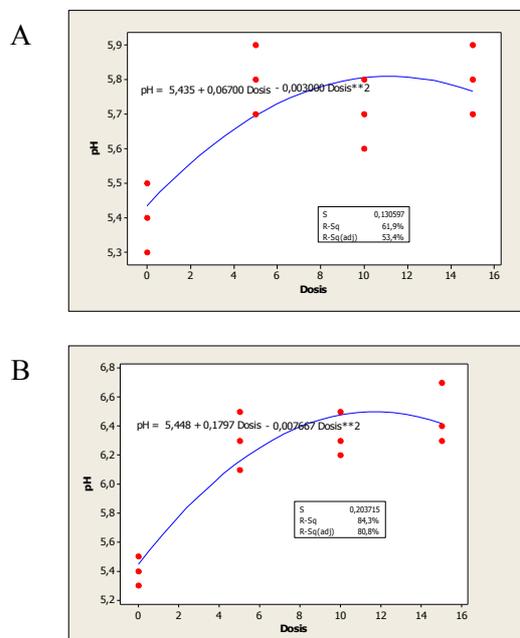
Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	C-organik tanah (%)		
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	Retara
5 (D1)	2,78	2,88	2,83
10 (D2)	2,70	2,97	2,84
15 (D3)	2,83	3,06	2,95
Retara	2,77p	2,97q	2,87x (-)
Kontrol			2,65y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi

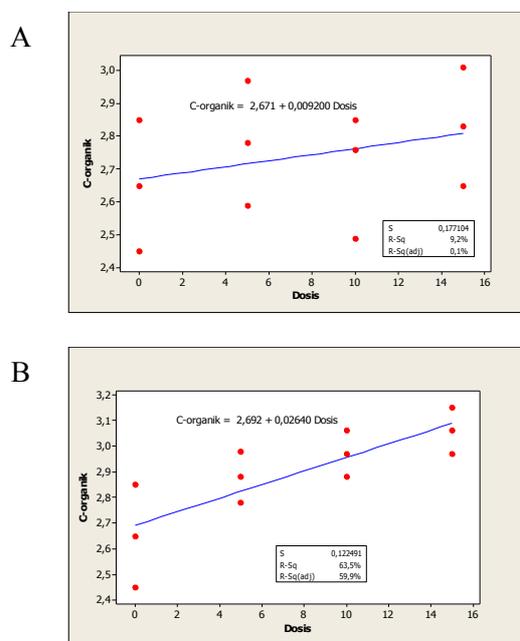
C-organik (%)

Berdasarkan hasil analisis keragaman (Lampiran 1) jenis bioaktifator berpengaruh nyata

terhadap kandungan C-organik tanah, akan tetapi dosis pupuk organik dan interaksi antara jenis bioaktifator dan dosis pupuk tidak berpengaruh nyata. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 3.



Gambar 1. Hubungan dosis pupuk kandang sapi dengan pH tanah hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganisme Lokal (B)



Gambar 2. Hubungan dosis pupuk kandang sapi dengan C-organik tanah hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganisme Lokal(B)

Hal ini diduga karena bahan organik (pupuk kotoran sapi) di dalam tanah akan diurai oleh mikroorganisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber makanan dan energi menjadi humus, sehingga dengan banyaknya bahan organik yang diberikan maka akan semakin tinggi nilai C-organik tanah. Namun, tidak terdapat interaksi di antara kedua perlakuan tersebut.

Pemberian pupuk kandang sapi meningkatkan kadar C-organik tanah secara linier terhadap masing-masing hasil fermentasi. Persamaan regresi linier pengaruh dosis pupuk organik hasil fermentasi EM-4 adalah: $Y = 2,671 + 0,0092x$, dimana $Y =$ C-organik tanah dan $x =$ dosis pupuk, dengan nilai R-Sq (R^2) = 9,2% dan $p = 0,338$. Sedangkan untuk bioaktifator MOL membentuk persamaan regresi linier $Y = 2,692 + 0,02640 x$, dengan nilai R-Sq (R^2) = 63,5% dan $p=0,002$. Secara mandiri pemberian pupuk kandang sapi hasil fermentasi MOL memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap kandungan C-organik dibandingkan EM-4 (Gambar 3). Pemberian 15 ton ha^{-1} pupuk kotoran sapi memberikan nilai tertinggi terhadap C-organik tanah. Bahwa tinggi atau rendahnya C-organik tanah dipengaruhi oleh banyaknya bahan organik yang ditambahkan.⁸ Di dalam tanah akan diurai oleh mikroorganisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber makanan dan energi menjadi humus. Di dalam tanah akan diurai oleh mikroorganisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber makanan dan energi menjadi humus. Selain itu, bahan organik juga akan mengalami mineralisasi. Pada proses ini C-organik akan diubah menjadi bahan-bahan inorganik. Peranan bioaktifator EM-4 pada proses mineralisasi terjadi lebih cepat dibandingkan bioaktifator MOL, sehingga C-organik lebih banyak berubah menjadi bahan yang lain.

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Dari hasil analisis keragaman (Lampiran 1) menunjukkan bahwa, pemberian pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bioaktifator EM-4 dan MOL menunjukkan pengaruh yang nyata, akan tetapi jenis bioaktifator maupun interaksi antara dosis pupuk

dengan bioaktifator tidak berbeda nyata. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Jujur (Tabel 3) menunjukkan bahwa, pemberian pupuk organik hasil fermentasi EM-4 dan MOL berpengaruh nyata terhadap KTK tanah, hal ini disebabkan oleh bahan organik yang terdekomposisi lebih banyak menjadi humus berperan sebagai bahan penyangga tanah. Sifat bahan penyangga diantaranya adalah mencegah terjadinya disosiasi ion-ion sehingga mengakibatkan tidak terciptanya tapak-tapak pertukaran ion dalam kompleks jerapan tanah.

Respon KTK tanah akibat pemberian pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bantuan bioaktifator EM-4 dan MOL masing-masing membentuk persamaan regresi linier (Gambar 3). Hasil fermentasi menggunakan bioaktifator EM-4 membentuk persamaan $Y = 17,94 + 0,4654x$, dimana $Y=KTK$ dan $x=dosis$ pupuk organik, dengan nilai R-Sq (R^2) = 68,4% dan $p=0,001$. Sedangkan bioaktifator MOL membentuk persamaan $Y = 17,63 + 0,2947x$, dengan nilai R-Sq (R^2) = 24,9% dan $p=0,099$. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pupuk organik hasil fermentasi menggunakan EM-4 lebih baik dibandingkan dengan mikroorganism lokal (MOL).

Tabel 4

Rerata kapasitas tukar kation (KTK) hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktifator EM-4, MOL, dan kontrol (cmol kg⁻¹).

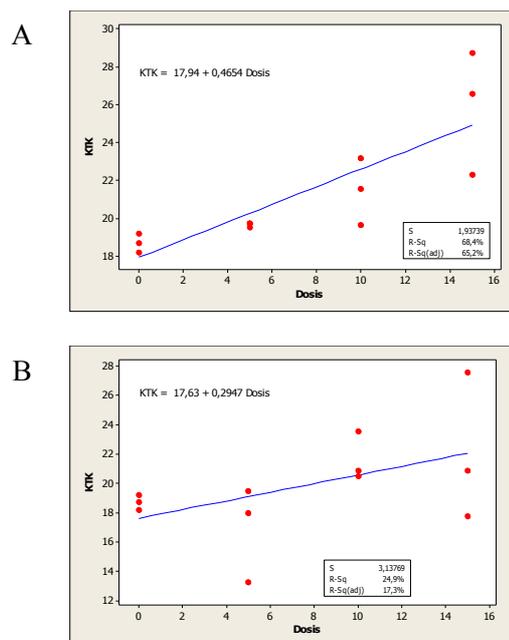
Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	KTK (cmol kg ⁻¹)		Rerata
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	
5 (D1)	19,67	19,92	19,80a
10 (D2)	21,47	21,64	21,56b
15 (D3)	25,88	22,06	23,97b
Rerata	22,34	21,21	21,78 (-)
Kontrol			18,72

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNJ 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi

Kandungan Fosfor (P-total)

Hasil analisis keragaman pengaruh pupuk organik hasil fermentasi dengan bantuan bioaktifator EM-4 dan MOL terhadap kadar fosfor (P-total) tanah menunjukkan bahwa, dosis

pupuk pengaruh nyata, akan tetapi jenis bioaktifator dan interaksi antara dosis pupuk organik dengan bioaktifator tidak berpengaruh nyata. Penambahan dosis pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar P-total dalam tanah. Pengaruh pupuk kandang sapi disajikan pada Tabel 5.



Gambar 3. Hubungan dosis pupuk kandang kandang sapi dengan KTK hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganism Lokal (B)

Pemberian pupuk kandang sapi hasil fermentasi EM-4 pada taraf dosis 15 ton ha⁻¹ memberikan pengaruh yang paling tinggi terhadap peningkatan kadar P dalam tanah. Dengan demikian taraf dosis ini memberikan lingkungan tanah yang mendukung mineralisasi bahan organik menjadi fosfat anorganik.

Respon pemberian pupuk kandang sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 dan MOL terhadap kandungan P-total tanah membentuk persamaan regresi linier (Gambar 4). Adapun persamaan regresi bioaktifator EM-4 adalah $Y = 0,3003 + 0,02073 x$, dimana $Y =$ kandungan P-total tanah dan $x=dosis$ pupuk organik, dengan nilai R-Sq (R^2) = 85,7% $p = 0,00$. Sedangkan bioaktifator MOL $Y = 0,3167 + 0,01933x$, dengan nilai R-Sq (R^2) = 73,5% dan $p= 0,00$. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pupuk

organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bioaktivator EM-4 lebih baik dibandingkan dengan biaktivator MOL, karena nilai R-Sq (R²) EM-4 (85,7%) lebih besar dibandingkan dengan R-Sq (R²) MOL (73,5%).

Tabel 5

Rerata P-total tanah hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasikan dengan bioaktivator EM-4, MOL, dan kontrol (%)

Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	Kandungan Fosfor (P-total) (%)		
	Bioaktivator EM-4 (J1)	Bioaktivator MOL (J2)	Rerata
5 (D1)	0,39	0,42	0,41a
10 (D2)	0,47	0,48	0,48a
15 (D3)	0,64	0,62	0,63b
Rerata	0,50	0,51	0,51x (-)
Kontrol			0,32y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNJ 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Ketersediaan Kalium (K-dd)

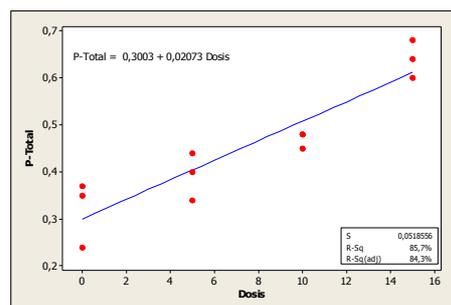
Pemberian pupuk kandang sapi hasil fermentasi bioaktivator EM-4 dan MOL berpengaruh nyata terhadap jumlah Kalium yang dapat dipertukarkan (K-dd). Penambahan taraf dosis pupuk kandang sapi berpengaruh signifikan terhadap penambahan K-dd (Gambar 5). Semakin tinggi dosis yang diberikan, jumlah K-dd tanah akan semakin tinggi. Hal ini diduga bahwa pupuk kandang sapi hasil fermentasi EM-4 dapat mensuplai kalium dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan MOL. Pengaruh pupuk kandang sapi disajikan pada Tabel 6.

Respon pemberian pupuk kandang sapi hasil fermentasi EM-4 dan MOL terhadap kandungan K-dd tanah membentuk persamaan linier (Gambar 6). Adapun persamaan linier hasil fermentasi bioaktivator EM-4 adalah $Y = 0,2547 + 0,008600x$, dimana Y= kandungan K-dd tanah dan x=dosis pupuk organik, dengan nilai R-Sq (R²) = 69,9% dan p= 0,001.

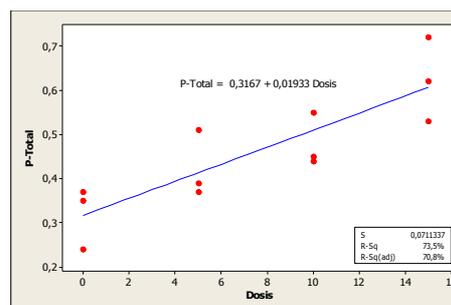
Sedangkan bioaktivator MOL membentuk persamaan $Y = 0,2457 + 0,009467 x$, dimana Y = kandungan K-dd tanah dan x = dosis pupuk organik, dengan nilai R-Sq (R²) = 80,7% dan p = 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik hasil fermentasi dengan menggunakan

biaktivator EM-4 maupun MOL, mempunyai peran yang sama meningkatkan kandungan K-dd tanah. Namun demikian hasil fermentasi dengan menggunakan MOL menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan EM-4, dikarenakan nilai R-Sq (R²) MOL (80,7%) lebih baik dibandingkan dengan R-Sq (R²) EM-4 (69,9%).

A



B



Gambar 4. Hubungan dosis pupuk kandang sapi dengan P-total tanah (A) hasil fermentasi EM-4 dan (B) Mikroorganisme Lokal (MOL).

Tabel 6

Rerata K-dd tanah perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktivator EM-4, MOL, dan kontrol (cmol kg⁻¹).

Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	K-dd tanah (cmol kg ⁻¹)		
	Bioaktivator EM-4 (J1)	Bioaktivator MOL (J2)	Rerata
5 (D1)	0,32	0,29	0,31a
10 (D2)	0,33	0,36	0,35b
15 (D3)	0,38	0,37	0,38b
Rerata	0,34	0,34	0,35x (-)
Kontrol			0,24y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNJ 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

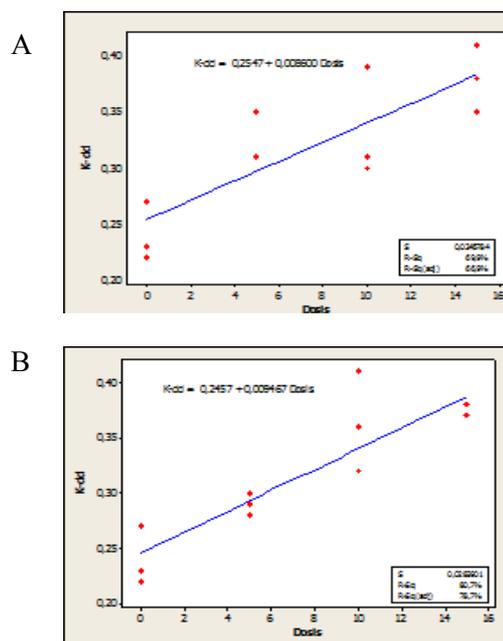
Berat Brangkas Kering Batang Tanaman

Pemberian pupuk kotoran sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 dan mikroorganisme lokal (MOL) mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Berdasarkan analisis varian (Lampiran 1) menunjukkan bahwa perlakuan jenis bioaktifator dan dosis pupuk berpengaruh nyata terhadap parameter jenis bioaktifator, dosis pupuk organik, dan perlakuan kombinasi apabila dibandingkan dengan kontrol. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 7.

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan bahwa jagung manis yang diberi perlakuan pupuk organik (fermentasi kotoran sapi), menunjukkan ada perbedaan rata-rata berat kering tanaman dengan tanpa pupuk organik (kontrol). Produktivitas tanaman rata-rata tertinggi dicapai pada taraf dosis maksimal 15 ton ha⁻¹, baik hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL menunjukkan tingkat pengaruh yang hampir sama, dimana pada dosis 15 ton ha⁻¹ sama-sama menunjukkan hasil yang tertinggi EM-4 (277,06 g) dan MOL (297,7 g). Hal ini selaras dengan kondisi perbaikan sifat fisik-kimia tanah yang optimal terjadi pada taraf dosis tersebut.

Dari Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa penambahan pupuk kotoran sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 dan mikroorganisme lokal (MOL) kandang sapi berpengaruh positif terhadap peningkatan bobot kering tanaman. Penambahan taraf dosis pupuk kandang sapi berpengaruh pada peningkatan bobot kering tanaman jagung. Peningkatan bobot kering tanaman selaras dengan penambahan taraf dosis pupuk kotoran sapi hasil fermentasi dengan bioaktifator EM-4 dan mikroorganisme lokal (MOL). Hasil jarak beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi dibandingkan dengan kontrol berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman jagung. Respon dosis pupuk organik (fermentasi pupuk kandang sapi) terhadap berat kering batang jagung manis membentuk persamaan regresi linier.

Untuk pupuk organik hasil fermentasi bioaktifator EM-4 adalah $Y = 120,6 + 9,944x$,



Gambar 5

Hubungan dosis pupuk kandang sapi dengan K-dd tanah (A) hasil fermentasi EM-4 dan (B) Mikroorganisme Lokal (MOL).

dimana Y = berat kering batang tanaman jagung dan x = dosis pupuk dengan nilai R-Sq (R^2) = 97,5% dan $p = 0,00$, sedangkan bioaktifator MOL adalah $Y = 124,1 + 11,33x$, dengan nilai R-Sq (R^2) = 99,1% dan $p = 0,00$.

Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan menggunakan EM-4 maupun MOL mempunyai tingkat pengaruh yang hampir sama terhadap peningkatan berat kering tanaman jagung manis.

Berat Tongkol per Tanaman

Hasil analisis varian (Lampiran 1), perlakuan pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan fermentasi bioaktifator EM-4 maupun MOL tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol per tanaman, akan tetapi apabila perlakuan kombinasi dibandingkan dengan kontrol menunjukkan pengaruh nyata. Adapun hasil pengamatan berat tongkol per tanaman disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7

Rerata berat brangkas kering batang tanaman jagung hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktifator EM-4, MOL, dan kontrol (g).

Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	Berat brangkas kering batang jagung (g)		
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	Rerata
5 (D1)	161,78	175,74	168,76a
10 (D2)	213,34	234,41	223,88b
15 (D3)	277,06	297,74	287,40b
Rerata	217,39p	235,96q	226,68x(-)
Kontrol			128,51y

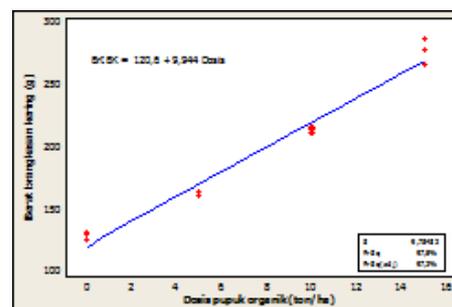
Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNJ 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ) 5% perlakuan dosis pupuk organik hasil fermentasi EM-4 10 ton ha⁻¹ (J1D2) menunjukkan pengaruh yang nyata bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan kombinasi lainnya. Pada dosis 10 ton ha⁻¹ pupuk organik hasil fermentasi EM-4 maupun MOL merupakan dosis optimum karena memberikan hasil tertinggi untuk berat tongkol per tanaman masing-masing 276,76g dan 270,00g.

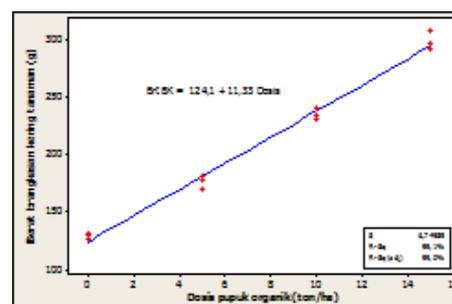
Respon berat tongkol jagung manis per tanaman terhadap dosis pemupukan pupuk organik (fermentasi pupuk kandang sapi) membentuk persamaan regresi kuadratik. Dosis pupuk organik hasil fermentasi dengan EM-4 membentuk persamaan: $Y = 216,5 + 10,83x - 0,5067x^2$, dimana Y = berat tongkol per tanaman dan x = dosis pupuk organik hasil fermentasi kotoran sapi, dengan nilai R-Sq (R²) = 72,1%, dan p = 0,003. Sedangkan bioaktifator MOL adalah: $Y = 217,9 + 10,65x - 0,5267x^2$, dengan nilai R-Sq (R²) = 56,7% dan p = 0,023.

Berdasarkan persamaan regresi kuadratik (Gambar 7) menunjukkan bahwa pupuk organik hasil fermentasi bioaktifator EM-4 lebih baik dibandingkan dengan MOL, karena nilai R-Sq (R²) EM-4 (72,1%) lebih besar dibandingkan dengan R-Sq (R²) MOL (56,7%).

A



B



Gambar 6. Hubungan dosis pupuk kandang kandang sapi dengan berat brangkas kering tanaman hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganisme Lokal (B)

Berat Tongkol per Hektar

Hasil analisis keragaman (Lampiran 1), perlakuan pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol per hektar, akan tetapi apabila perlakuan kombinasi dibandingkan dengan kontrol menunjukkan pengaruh nyata. Adapun hasil pengamatan berat tongkol per hektar disajikan pada Tabel 9.

Berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ) 5% perlakuan dosis pupuk organik hasil fermentasi EM-4 10 ton ha⁻¹ (J1D2) menunjukkan pengaruh yang nyata bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan kombinasi lainnya. Pada dosis 10 ton ha⁻¹ pupuk organik hasil fermentasi EM-4 maupun MOL merupakan dosis optimum karena memberikan hasil tertinggi untuk berat tongkol per hektar masing-masing 17,703 ton dan 17,280 ton.

Tabel 8
 Rerata berat tongkol per tanaman jagung manis hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktifator EM-4, MOL, dan kontrol (g).

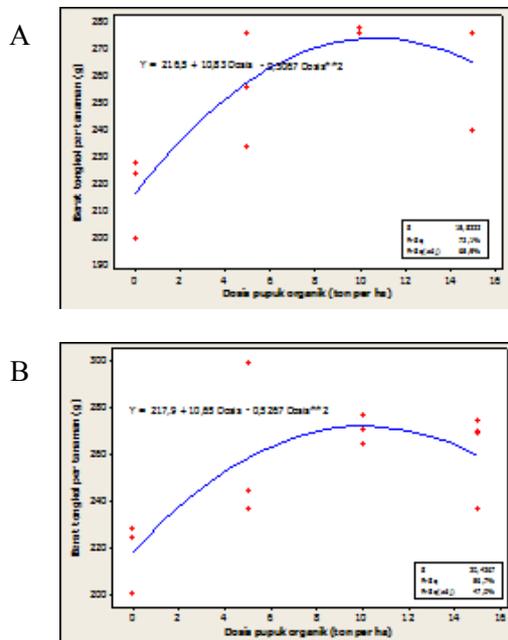
Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	Berat tongkol per tanaman (g)		
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	Rerata
5 (D1)	255,30	259,70	257,50
10 (D2)	276,67	270,00	273,34
15 (D3)	264,00	259,70	261,85
Rerata	265,32p	263,13q	264,23x (-)
Kontrol			217,33y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tabel 9
 Rerata berat tongkol per hektar jagung manis hasil perlakuan pupuk kotoran sapi yang difermentasi dengan bioaktifator EM-4, MOL, dan kontrol (ton)

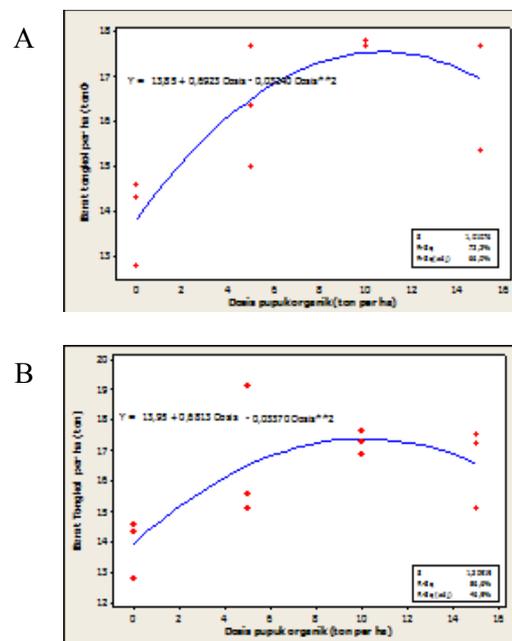
Pupuk kandang sapi (ton per hektar)	Berat tongkol per hektar (ton)*		
	Bioaktifator EM-4 (J1)	Bioaktifator MOL (J2)	Rerata
5	16,34	16,62	16,48
10	17,70	17,28	17,49
15	16,89	16,62	16,76
Rerata	16,98	16,84	16,91x (-)
Kontrol			13,91y

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji BNT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi. *) = data hasil konversi.



Gambar 7. Hubungan dosis pupuk kandang kandang sapi dengan berat tongkol per tanaman hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganisme Lokal (B).

Respon berat tongkol jagung manis per hektar terhadap dosis pemupukan pupuk organik (fermentasi pupuk kandang sapi) membentuk persamaan regresi kuadratik. Dosis pupuk organik hasil fermentasi dengan EM-4 membentuk persamaan: $Y = 13,85 + 0,6923x - 0,03240x^2$, dimana Y = berat tongkol per hektar dan x = dosis pupuk organik hasil fermentasi kotoran sapi, dengan nilai R-Sq (R^2) = 72,2%, dan p = 0,003.



Gambar 8. Hubungan dosis pupuk kandang kandang sapi dengan berat tongkil per hektar hasil fermentasi EM-4 (A) dan Mikroorganisme Lokal (B).

Sedangkan bioaktifator MOL adalah: $Y = 13,95 + 0,6813 x - 0,03370 x^2$, dengan nilai R-Sq (R^2) = 56,6% dan p = 0,023.

Berdasarkan persamaan regresi kuadratik (Gambar 8) menunjukkan bahwa pupuk organik hasil fermentasi bioaktifator EM-4 lebih baik dibandingkan dengan MOL, karena nilai R-Sq (R^2) EM-4 (72,2%) lebih besar dibandingkan dengan R-Sq (R^2) MOL (56,6%).

SIMPULAN

Perlakuan bioaktifator Effective Microorganism-4 (EM-4) maupun mikroorganisme lokal (MOL) berpengaruh meningkatkan kualitas pupuk organik hasil pupuk kandang sapi.

Pemberian pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL pada pertanaman jagung manis, berpengaruh terhadap peningkatan kualitas tanah meliputi: pH tanah, C-organik, KTK, P-total tanah, dan ketersediaan kalium. Pada dosis 15 ton-1 ha pupuk organik memberikan hasil terbaik untuk kedua bioaktifator.

Pemberian pupuk organik hasil fermentasi pupuk kandang sapi dengan bioaktifator EM-4 maupun MOL berpengaruh terhadap berat kering tanaman, berat tongkol per tanaman, dan berat tongkol per hektar tanaman jagung manis, hasil terbaik pada dosis 10 ton-1 ha. Pupuk organik hasil fermentasi EM-4 menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan MOL.

SARAN

Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk menguji pengaruh pupuk organik hasil fermentasi pada komoditas yang lain dengan yang berbeda untuk mendapatkan dosis optimum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sembiring, H., E. Sembiring dan D.R. Siagian, 2005, Pola Kerjasama Pengembangan Komoditi Pertanian Organik Dataran Tinggi Tujuan Ekspor di Kabupaten Tanah Karo. Seminar Sehari Peranan Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Untuk Peningkatan Efisiensi Pemupukan pada Tanaman pertanian dan Perkebunan, Fakultas Pertanian UISU. Medan, hlm 83
2. Untung, K., 1997, Peranan Pertanian Organik Dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan, Makalah yang dibawakan Dalam Seminar Nasional Pertanian Organik, hlm 51
3. Thompson, H.C. & W.C. Kelly, 1957, Vegetable Crops, McGraw-Hill. New York, pp. 545-561
4. Kusmiyati, F., 1988, Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan serta Jumlah Kelobot terhadap Kualitas pada jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt), Karya Ilmiah Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian IPB, Bogor, hlm 66
5. Trubus, 1992, Sampai Tahun 2000 Prospek Jagung Manis Masih Baik, Trubus XXIII (274): 52-53
6. Lubach, G.W., 1980, Growing Sweet Corn for Processing, Queensland Agric. J, 186 (3): 218-230
7. Sarief, E. S., 1989, Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian, Pustaka Buana, Bandung, hlm 197
8. Soepardi, G., 1983, Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Bogor, hlm 879
9. Marsono dan Sigit, P., 2001, Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi, Kanisius. Yogyakarta, hlm 87
10. Purwasasmita, M., 2009, Mikroorganisme Lokal Sebagai pemicu Siklus Kehidupan Dalam Bioreaktor Tanaman, Bandung, 19-20 Oktober 2009, hlm 53
11. Steel R, G, D. and J.H. Torrie, 1987, Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Science, Mc. Graw hill book Co. Inc. New York, pp 291
12. Sandrawati, A., E.T. Sofyan, dan O. Mulyani, 2007, Pengaruh Kompos Sampah Kota Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Pada Fluventic Eutrodepts Asal Jatinangor Kabupaten Sumedang, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung, hlm 67

