

Pemanfaatan Pupuk Organik Kotoran Hewan dan Bioteknologi Cendawan Mikorrhiza Arbuskula (CMA) dalam Upaya Pelestarian Lingkungan dan Pengembangan Bibit Tanaman Pangan dan Buah

Siti Chalimah, Sofyan Anif, Tuti Rahayu
Jurusan Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Tujuan penelitian, i) menguji kualitas dan kuantitas pupuk organik kohe makro, mikronutrien serta logam berat. ii) Produksi Cendawan Mikorrhiza Arbuskula (CMA) sebagai biofertilizer, dengan sistem *triping*, iii) Menguji pupuk organik cair dari limbah kotoran ayam dan kambing dengan penambahan limbah buah dan daun mimba (*Azadiracta indica*) terhadap tanaman Sawi. Metode penelitian, analisis makro dan mikro nutrien, dianalisis di lab. Pertanian, dan logam berat di lab. Kimia Pusat UNS. Perbanyak spora (CMA) dengan *triping*, (Chalimah 2006), pupuk yang dibuat, diuji pengaruhnya terhadap tanaman Sawi, dengan desain RAL, dengan analisis statistik sederhana. Hasil analisis laboratorium, makro dan mikro nutrien serta kandungan logam berat, dibandingkan dengan standart atau baku mutu pupuk organik Deptan (1996). Hasil analisis laboratorium pupuk organik layak digunakan sebagai pupuk yang aman, karena sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan, walau kuantitasnya relatif rendah jika dilihat dari kandungan makronutrien. Hasil uji terhadap pertumbuhan tanaman sawi, memberikan pengaruh yang berbeda pada setiap perlakuan. Pupuk organik cair dari kotoran kambing dan ayam yang ditambah dengan bahan lain diantaranya limbah buah dan daun mimba, memberikan hasil yang berbeda. Pengaruh terbaik untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah pupuk kohe yang ditambah dengan limbah buah. Sedang perlakuan dosis untuk pertumbuhan tanaman sawi terbaik adalah pupuk kotoran kambing ditambah limbah buah, pada konsentrasi 20%/1 kg media (A1K1). Sedang pupuk organik kotoran ayam, dosis terbaik 30%/1kg media, (A1K3). Untuk parameter tinggi tanaman sawi, jumlah daun, luas daun dan biomassa, kohe kambing terbaik pada perlakuan kotoran hewan (kohe) kambing yang dicampur dengan limbah buah, konsentrasi pemakaian pupuk organik 20%/kg media (A1K1). Rerata masing-masing hasil pengukuran parameter diatas adalah 28,05 cm; 9,5 lembar, 69,43, dan 0,123 g, pada umur 10 minggu setelah tanam. Sedang hasil terbaik pupuk organik dari kohe ayam (A1K3) pada umur yang sama, masing-masing 8,99 cm untuk tinggi tanaman, 8,98 untuk jumlah daun, 5,43 cm², dan 0,88 g untuk biomasa. Simpulan Pupuk organik dari kotoran kambing dan ayam, yang dicampur dengan limbah buah dan atau daun mimba, baik padat maupun cair layak digunakan pupuk organik. Hasil produksi pupuk hayati CMA, dengan metode *triping* menggunakan inang *Pueraria paseoloides*, diperoleh 1 butir spora CMA/g media ziolit. Pupuk organik cair dari kotoran kambing dan ayam, yang dicampur dengan limbah buah dan atau limbah daun mimba, memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Pengaruh terbaik pupuk organik cair kohe kambing pada dosis 20% (A1K1), sedang kotoran hewan ayam pada dosis 30%.(A1K3). Jadi pengaruh terbaik pemakaian dosis pupuk organik cair dari kotoran kambing dan ayam, terhadap pertumbuhan tanaman sawi tidak sama.

=====
Keyword : Pupuk organik kotoran kambing, dan ayam, *Triping*, Pupuk hayati mikorrhiza. Tanaman Sawi, limbah buah, daun *Azadirakta indica*

Abstract

Research purposes, i) test the quality and quantity macro, micronutrients and heavy metals of organic fertilizer faeces animal. ii) Production Mikorrhiza Arbuskula Fungus (AMF) as a biofertilizer, with tripping system, iii) Test the liquid organic fertilizer from waste chicken and goat manure with the addition of waste fruit and leaves of neem (*Azadiracta indica*) of the mustard plant (Tanaman Sawi). Research methods, analysis of macro and micro nutrients in the laboratorium. Agriculture, and heavy metals in laboratorium Chemistry UNS Center. Propagation of spores (CMA) with a tripping, (Chalimah 2006), fertilizers are made, tested its effect on mustard plants, with a CRD design, with statistical analysis simple. The results of laboratory analysis, macro and micro nutrients and heavy metal content, compared with a standard or a standard quality organic fertilizer from to Department of Agriculture (1996). The results of laboratory analysis of organic manure used as fertilizer deserve a safe, because in accordance with quality standards that have been determined, although the quantity is relatively low when viewed from the macronutrient content. The test results on the growth of mustard plants, gives a different effect on each treatment. Liquid organic fertilizer from chicken manure and goats supplemented with other materials such as waste fruit and leaves of neem, gives different results. Best to influence the growth of mustard plants is kohe fertilizer with added fruit waste. Medium-dose treatment for the best mustard plant growth is coupled goat manure waste fruit, at a concentration of 20% / 1 kg medium (A1K1). Moderate organic chicken manure fertilizer, best dosisi 30% / media 1kg, (A1K3). , For the parameters of mustard plant height, leaf number, leaf area and biomass, kohe best goat in the treatment of animal waste (kohe) goat mixed with fruit waste, the concentration of organic fertilizer use 20% / kg medium (A1K1). The mean of each parameter measurement results of the above is 28.05 cm sheet 9.5, 69.43, and 0.123 g, at the age of 10 weeks after planting. Being the best organic fertilizer from chicken kohe (A1K3) at the same age, each 8.99 cm for plant height, 8.98 for number of leaves, 5.43 cm², and o, 88 g for biomass. Organic fertilizers conclusion of goat and chicken manure, mixed with waste fruit or leaves and neem, both solid and liquid organic fertilizer fit for use. CMA production of biological fertilizers, with the method using the host *Pueraria paseoloides* tripping, gained 1 point AMF spores / g ziolit media. Liquid organic fertilizer from goat and chicken manure, which is mixed with wastes or waste fruit and leaves of neem, gives a different effect on the growth of mustard plants. Effect of liquid organic fertilizer kohe best goats at a dose 20% (A1K1), while chicken manure on dosisi 30%. (A1K3). So best influence the use of liquid organic fertilizer dose of goat manure and poultry, on plant growth is not the same mustard.

=====
Keyword: Organic fertilizers feces goat and chicken, tripping, mikorrhiza biological fertilizer, Mustard plants, fruit waste, leaf *Azadirakta indica*

PENDAHULUAN

Permasalahan pertanian di Indonesia, yaitu terjadinya kerusakan lahan yang disebabkan oleh erosi, yang dapat menyebabkan hilangnya unsur hara, bahan organik, water logging. Kerusakan lahan juga disebabkan pemakaian pupuk kimia yang berlebihan, pemadatan tanah, pemasaman dan lain sebagainya. Selain itu kerusakan tanah juga dapat juga disebabkan penggunaan pupuk kimia (anorganik) yang berlebihan dan terus menerus, sehingga tanah menjadi asam, akibatnya banyak unsure hara yang terikat dan tidak dapat dimobilisir ketanaman, kondisi demikian akan berakibat produktivitas tanaman menjadi rendah. Hasil penelitian Suharto (1998) menunjukkan bahwa polutan Amoniak dan Nitrat ditemukan sampai ke muara-muara sungai yang disebabkan oleh pemakaian pupuk kimia berlebihan. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, diupayakan pemnafaatan pupuk organik dari limbah kotoran hewan (kohe) dengan system fermentasi semi aerob, yang ramah lingkungan.

Pupuk organik seperti namanya pupuk yang dibuat dari bahan-bahan organik atau alami. Bahan-bahan yang termasuk pupuk organik antara lain adalah pupuk kandang, kompos, kascing, gambut, rumput laut dan guano. Berdasarkan bentuknya pupuk organik dapat dikelompokkan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik cair antara lain compost tea, ekstrak tumbuh-tumbuhan, cairan fermentasi limbah cair peternakan, fermentasi tumbuhan-tumbuhan, dan lain-lain. Pupuk organik memiliki kandungan hara yang lengkap. Bahkan di dalam pupuk organik juga terdapat senyawa organik lain yang bermanfaat bagi tanaman, seperti asam humik, asam fulvat, dan senyawa-senyawa organik lain. Namun, kandungan hara tersebut rendah. Peranan pupuk organik ternak yang memiliki kandungan bahan organik yang banyak, dapat menurunkan cekaman salinitas hingga 3,0 - 4,5 % . (Sumarsono, Anwar dan Budianto, 2005)

Telah banyak diketahui bahwa bahan organik seperti limbah tanaman, pupuk hijau dan kotoran ternak dalam sistem tanah-tanaman dapat memperbaiki struktur tanah dan membantu perkembangan mikroorganisme tanah (Yaacob *et al.*, 1980; Kerley *et al.*, 1996; Matsushita *et al.*, 2000; Widjajanto *et al.*, 2001; 2002; 2003). Kondisi ini sebagai awal mula proses transformasi N secara biologis dalam tanah dan, menghasilkan konversi bentuk N organik menjadi bentuk an organik yang tersedia bagi tanaman.

Kotoran ternak memainkan peranan yang penting sebagai sumber pupuk organik. Dilaporkan bahwa ternak menghasilkan 19 - 40 kg hari⁻¹ . Pupuk organik ternak sebagai pupuk kandang, mempunyai pengaruh meningkatkan produksi tanaman lamtoro (Dewi,

Widjayanto dan Sumarsono, 1998), juga pada pertanaman campuran setaria dan Sentro (Sumarsono, 2001).

Manfaat pupuk hayati sangat luas, peranan mikroba memiliki kemampuan mengurai residu kimia, mengikat logam berat, mensuplai sebagian kebutuhan N untuk tanaman, melarutkan senyawa fosfat, melepaskan senyawa K dari ikatan koloid tanah, menghasilkan zat pemacu tumbuh alami (Giberellin, Sitokinin, Asam Indol Asestat), menghasilkan enzim alami, menghasilkan zat anti patogen (spesifik pada tiap jenis mikroorganisme), dll, jadi dapat disimpulkan bahwa peranan dan manfaat pupuk hayati sangat besar di dalam praktek budidaya. Pupuk hayati berfungsi untuk meningkatkan hasil produksi, meningkatkan kualitas hasil, meningkatkan efisiensi dan mengurangi dosis pemakaian pupuk buatan, pemakaian pupuk buatan, memperbaiki struktur fisik- kimia-biologi tanah, menekan serangan hama dan penyakit, menjadikan keseimbangan flora fauna dalam tanah tercipta dengan baik yang pada akhirnya membawa kebaikan untuk segala sisi budidaya pertanian.

Tingginya persentase tanah marjinal di Indonesia, dengan kondisi pH rendah, dan tanah berkapur, yang mempunyai air berlimpah jauh dibawah tanah, sehingga penyerapan air oleh akar menjadi penghambat pertumbuhan. Kondisi tanah yang memiliki kandungan Ca, Fe dan Al tinggi, dapat mengikat unsure makronutrien, khususnya Phospat (P), yang dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman unggulan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) sebagai biofertilizer digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah (Ezawa., et al. 2002; Johansen., et al. 2000), meningkatkan daya tahan terhadap serangan pathogen dan kekeringan (Ezawa., et al. 2002), menguntungkan untuk pertanian (Jeffries., et al. 2003), reklamasi lahan bekas tambang (de-Souza % Sulva 1996), sebagai sumber daya yang efisien dan bersifat *renewable* (Jakobsen 2000), berkemampuan untuk meminimalkan dampak berbagai parasit dan pathogen (Harley & Smith 1983), dan kolonisasi akar CMA dapat menghambat penyakit yang disebabkan oleh nematode dan pathogen yang penularannya melalui tanah, seperti Fusarium, Phytium, Rhizoctonia dll (Azcon-Aguilar & Barea 1996), kondisi ini disebut bioproteksi, oleh karenanya CMA penting dikembangkan.

CMA berperan penting memperbaiki produktivitas tanah, siklus hara, memperbaiki struktur tanah dan menyalurkan unsure karbon dari akar ke organism tanah lainnya. CMA juga mampu mengeluarkan enzim fosfatase dan asam organik, sehingga pada tanah yang kahat P, CMA mampu melepaskan P yang terikat, sehingga membantu penyediaan unsure P

tanag (Smith., et al. 2003). Penggunaan CMA umumnya meningkatkan kesuburan tanaman, daya tahan terhadap serangan pathogen dan kekeringan (Ezawa et al 2002). CMA juga menguntungkan untuk pertanian (Jeffries et al . 2003). Tanaman uji yang digunakan adalah tanaman pangan (sorgum), percobaan dilakuak di kampus.

TUJUAN PENELITIAN

Secara umum penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas pupuk organik koyoran hewan (kohe), yang dilihat dari kandungan logam berat, makro dan mikro nutrient , serta produksi inokulum CMA. Dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Menguji kualitas dan kuantitas pupuk dari makro dan mikro (N,P,K dan Fe, Mg, Ca, boron)
2. Melakukan atau produksi CMA dengan sistem *triping*
3. Menguji pupuk organik cair dari limbah kotoran ayam dan kambing dengan penambahan limbah buah dan daun mimba (*Azadiracta indica*) terhadap tanaman Sawi .

METODE PENELITIAN

Terdapat tiga tahap penelitian, yaitu : (1) Pembuatan pupuk organik cair dari kotoran kambing dan ayam, dicampur dengan limbah buah dan atau daun Mimba (*Azadirakta indica*), yang selanjutnya diujikan hara makro dan mikronutrien, serta logam berat di laboratorium UNS.baku mutu pupuk organik dari Deptan (1996). (2) Produksi Biofertilizer (pupuk hayati) mikorriza, dengan teknik *triping*, untuk uji kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati, produksi tersebut untuk persiapan pembuatan pupuk campuran, antara pupuk kandang dan pupuk hayati. 3) Uji pupuk organik kotoran hewan (pupuk kandang yang telah dimodif, dengan penambahan limbah lain, diantaranya limbah buah dan atau daun mimba, terhadap pertumbuhan tanaman Sawi di Rumah kaca. .

Rancangan Percobaan, digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari tiga ulangan, dan dua faktor beda, yaitu penambahan bahan dalam pupuk organik kotoran hewan (Kohe) dan dosis penggunaan pupuk dalam media tumbuh. Untuk kotoran kambing digunakan dosis 10, 20 dan 30%, sedang Ayam 20,30 dan 40%. Analisis data digunakan statistik sederhana.

Tabel.1. Kombinasi perlakuan penelitian pupuk organik dari kotoran kambing

No	Perlakuan	Kombinasi percampuran pupuk dari kotoran kambing
1	A0K1	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 10%
2	A0K2	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 20%
3	A0K3	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 30%
4	A1K1	Kotoran kambing tambahan limbah buah , konsentrasi 10%
5	A1K2	Kotoran kambing, tambahan limbah buah konsentrasi 20%
6	A1K3	Kotoran kambing tambahan limbah buah, konsentrasi 30%
7	A2K1	Kotoran kambing tambahan Daun mimba , konsentrasi 10%
8	A2K2	Kotoran kambing, tambahan Daun mimba konsentrasi 20%
9	A2K3	Kotoran kambing tambahan Daun mimba , konsentrasi 30%

Tabel.2 Kombinasi perlakuan penelitian pupuk organik dari kotoran Ayam

No	Perlakuan	Kombinasi percampuran pupuk dari kotoran Ayam
1	A0K1	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 20%
2	A0K2	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 30%
3	A0K3	Kotoran kambing tanpa tambahan bahan lain, konsentrasi 40%
4	A1K1	Kotoran kambing tambahan limbah buah , konsentrasi 20%
5	A1K2	Kotoran kambing, tambahan limbah buah konsentrasi 30%
6	A1K3	Kotoran kambing tambahan limbah buah, konsentrasi 40%
7	A2K1	Kotoran kambing tambahan Daun mimba , konsentrasi 20%
8	A2K2	Kotoran kambing, tambahan Daun mimba konsentrasi 30%
9	A2K3	Kotoran kambing tambahan Daun mimba , konsentrasi 40%

Prosedur pelaksanaan penelitian, pembuatan pupuk kohe yang difermentasi secara semi anaerob dengan tutup palstik, hingga pupuk tidak berbau sampah (Bau berubah jadi sedap dan atau tidak berbau). Selanjutnya Dilakukan uji makro dan mikro nutrien, serta uji logam berat, yang dilakukan dilaboratorium pertanian, dan kimia dasar UNS. Kemudian, hasil yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu yang ada.telah ditentukan untuk pupuk organik oleh Deptan 1996.

Produksi pupuk hayati dengan inang *Pueraria paseoloides* secara triping di green house, dan dilihat spora yang terbentuk dengan metode Sieving (Chalimah, 2006). Dilakukan perkecambahan bibit tanaman uji (Tanaman Sawi), dan menyiapkan media pertumbuhan, dalam polyback berisi tanah marginal, sebanyak 1kg/polyback. Perlakuan pupuk organik diberikan 4 minggu setelah tanam, baik kotoran hewan kambing maupun ayam. Setelah bibit berkecambah dengan tumbuh dua daun daun, bibit ditanam dalam polyback, yang diperlakukan, dengan dosis masing-masing 10%, 20% dan 30%, untuk kambing. 20,30 dan 40 % untuk Ayam. Setelah bibit tanaman umur 2 bulan, perlakuan pupuk diberikan kembali, baik pada media maupun langsung terkena tanaman. Pperlakuan control, yang tidak dicampur dengan bahan tambahan lain.

Parameter yang diukur, Tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan biomassa, dengan dengan rancangan acak lengkap. Hasil pengukuran parameter dianalisis dengan statistik sederhana, yang akan digambarkan dalam bentuk tabel atau gambar diagram. Penelitian tersebut terdiri dari dua faktor, yaitu faktor tambahan bahan lain dalam kotoran hewan, dan faktor dosis pemakaian pupuk organik cair, dan ulangan sebanyak 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian dapat dibagi dalam beberapa hal, diantaranya

- A. Hasil pembuatan pupuk organik cair dan padat, dari kotoran kambing dan ayam
- B. Metode pembuatan atau perbanyakan pupuk hayati CMA dengan *triping*
- C. Uji coba pupuk organik cair kambing dan ayam terhadap tanaman sawi

A. Hasil pembuatan pupuk organik kotoran hewan kambing dan ayam

Hasil analisis data menunjukkan bahwa kandungan makro dan mikronutrien cukup lengkap sesuai dengan baku mutu pupuk organik kotoran hewan oleh Deptan (1996). Namun demikian, dilihat dari kandungan makronutrien semua sesuai dengan standart baku mutu Deptan (1996), terkecuali rasio C/N. (Tabel 4.1 dan 4.2). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Mahajoeno *et al* (2010), menunjukkan hasil rasio C/N pada kotoran ayam rendah. Demikian pula, hasil pengukuran N,P dan K, juga sangat rendah. Kondisi tersebut merupakan salah satu kelemahan dari pupuk organik dari kotoran hewan. Oleh karenanya, pembuatan pupuk organik dari kotoran hewan ditambah dengan bahan lain, misalkan limbah buah, sayur dan lainnya, yang dapat meningkatkan makro nutrien. Hasil pengukuran logam berat masih dalam kondisi yang tidak membahayakan, sehingga dapat dikatakan bahwa pupuk yang dibuat, layak digunakan sebagai pupuk organik. (Tabel 4.1 dan 4.2). Logam berat tersebut penting diukur dan diketahui, karena menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan. Oleh karena pembuatan pupuk akan terkait dengan tanaman (Suhendrayatna 2010).

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat

ini berikatan dan atau masuk ke dalam organisme hidup. Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada mahluk hidup (Palar, 1994). Tidak semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada mahluk hidup, besi merupakan logam yang dibutuhkan dalam pembentukan pigmen darah dan zink merupakan kofaktor untuk aktifitas enzim (Wilson, 1988)

Tabel. Hasil Analisis kandungan hara makro, mikro nutrien dan logam berat pupuk organik Cair kotoran hewan Kambing dan ayam

No	Bahan yang diukur	Kon. A	Kon.B	Kandungan pupuk organik kambing		Kandungan pupuk organik ayam		Baku Mutu pupuk organik
				A1	A2	B1	B2	
	Makro nutrien							
1	C-.organik	0,31	0,65	0,31	0,37	0,60	0,63	≥ 4
2	C/N Rasio	0,54	1,12	0,54	0,63	1,03	1,08	15 - 25
3	N (%)	98,26	335,27	89,90	55,74	446,81	391,04	<2
4	P ₂ O ₅ (%)	137,94	254,07	1832,98	1736,20	2242,39	1248,23	<2
5	K ₂ O ₅ (%)	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	<2
	Mikronutrien							
6	B (%)	0,05	0,42	0,07	0,04	0,22	0,32	min 0, maks 2500
7	Ca (ppm)	83,29	101,29	136,67	94,72	142,03	121,66	-
8	Mg (ppm)	3,05	46,90	2,86	3,33	75,41	61,15	-
9	Fe (ppm)	1,61	7,09	4,26	4,68	10,94	9,01	min 0, maks 8000
10	Mn (ppm)	1,61	7,09	4,26	4,26	10,94	9,01	min 0, maks 5000
	Bahan Logam							
11	As (ppm)	0,65	0,73	1,4	0,75	1	1,9	≤ 2,5
12	Hg(ppm)	0	0	0	0	0	0	≤ 0,25
13	Pb (ppm)	1,5	1,75	2,6	2,75	3	2,75	≤ 12,5
14	Cd(ppm)	0,2	0,3	0,5	0,4	0,2	0,4	≤ 2,5

Keterangan :

- Kontrol A = Pupuk organik kotoran Kambing Tanpa campuran
- Kontrol B = Pupuk organik kotoran Ayam tanpa campuran
- A1 = Kotoran Kambing + limbah buah
- A2 = Kotoran Kambing + limbah daun mimba
- B1 = Kotoran Ayam + limbah buah
- B2 = Kotoran Ayam + limbah daun mimba

Tabel. Hasil Pengukuran kandungan makro, mikro nutrien dan logam berat pupuk organik padat kotoran hewan Kambing dan ayam

No	Bahan yang	Kon. A	Kon.B	Kandungan	Kandungan pupuk	Baku
----	------------	--------	-------	-----------	-----------------	------

	diukur			pupuk organik Kambing		organik ayam		Mutu pupuk organik
				A1	A2	B1	B2	
	Makro nutrien							
1	C-.organik	10,28	9,43	10,28	10,28	9,86	9,64	>12
2	C/N Rasio	17,13	9,93	17,13	17,13	12,72	11,18	15 - 25
3	N (%)	0,6	0,95	0,6	0,6	0,78	0,86	<6***
4	P ₂ O ₅ (%)	0,17	0,96	0,17	0,17	0,57	0,76	<6**
5	K ₂ O ₅ (%)	0,18	0,26	0,18	0,18	0,22	0,24	<6**
	Mikronutrien							
6	B (%)	17,73	16,26	17,73	17,73	16,995	16,6275	min 0, maks 2500
7	Ca (ppm)	0,81	0,86	0,81	0,81	0,835	0,8475	-
8	Mg (ppm)	688,01	996,53	688,01	688,01	842,27	919,4	-
9	Fe (ppm)	334,75	978,56	334,75	334,75	656,655	817,6075	min 0, maks 8000
10	Mn (ppm)	131,92	394,21	131,92	131,92	263,065	328,6375	min 0, maks 5000
	Bahan Logam							
11	As (ppm)	0,75	1	0,65	0,73	1,4	1,9	≤ 2,5
12	Hg(ppm)	0	0	0	0	0	0	≤ 0,25
13	Pb (ppm)	2	1,5	1,75	2,6	3	2,75	≤ 12,5
14	Cd(ppm)	0,3	0,5	0,5	0,7	0,4	0,8	≤ 2,5

Keterangan :

Kontrol A = Pupuk organik kotoran Kambing Tanpa campuran

Kontrol B = Pupuk organik kotoran Ayam tanpa campuran

A1 = Kotoran Kambing + limbah buah

A2 = Kotoran Kambing + limbah daun mimba

B1 = Kotoran Ayam + limbah buah

B2 = Kotoran Ayam + limbah daun mimba

B. Perbanyak pupuk hayati Cendawan Mikorrhiza Arbuskula dengan *triping*



Triping umur 3 minggu



Triping umur 6 minggu



Triping 9 minggu

Triping 12 minggu

Spra CMA hasil triping

Gambar 1. Hasil perbanyak Spora CMA dengan *Triping*

Sebelum pupuk hayati Cendawan Mikorrhiza Arbuskula (CMA) digunakan, terlebih dulu dilakukan perbanyak dan aktifitas CMA dengan metode *triping*, yaitu stok CMA yang ada ditriping menggunakan inang *Pueraria paseoloides*. Media yang digunakan adalah zeolit, agar lebih mudah menghitung jumlah spora CMA yang terbentuk. Hasil yang diperoleh 100 gr ziolit berisikan 100 spora CMA. Dengan demikian akan mudah kita gunakan untuk inokulasi tanaman yang akan digunakan. Umumnya inokulasi spora CMA pada tanaman sebanyak kurang lebih 10 – 15 butir spora/tanaman. Chalimah (2007) menyatakan bahwa umur terbaik dalam produksi CMA dengan inang *pueraria paseoloides* dengan *triping*, selama kurang lebih 5 bulan, dan inang *pueraria paseoloides* lebih baik dibanding Sorgum. Selanjutnya dikatakan bahwa tempat produksi spora CMA juga berpengaruh, dan tempat terbaik untuk produksi CMA adalah tempat yang sempit. Hal tersebut memudahkan hifa mengkolonisasi akar tanaman yang digunakan sebagai inang.

CMA adalah mikroorganisme tanah bersifat obligat, sehingga selalu hidup bersimbiosis dengan akar tanaman. CMA juga mampu mengeluarkan enzim fosfatase dan asam organik, sehingga pada tanah yang kahat P, CMA mampu melepas P yang terikat, sehingga membantu penyediaan unsur P tanah (Smith *et al.* 2003). Penggunaan CMA umumnya meningkatkan kesuburan tanaman, daya tahan terhadap serangan patogen dan kekeringan (Ezawa *et al.* 2002). CMA juga menguntungkan untuk pertanian (Jeffries *et al.* 2003) maupun reklamasi lahan dan sebagai sumber daya efisien yang dapat diperbaharui (Jakobsen 2000).

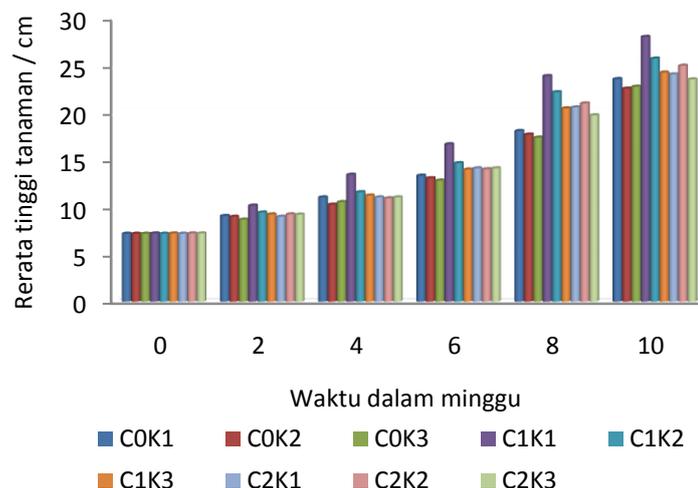
CMA berpengaruh pada kebugaran tanaman dan kompetisi intra dan antar spesies yang menyebabkan relatif perubahan struktur komunitas tanaman (Urcelay & Diaz 2003). CMA berbeda antar spesies inang, yang mendukung bahwa tanaman inang berpengaruh

mengatur komposisi komunitas dan struktur spora CMA dalam tanah, dan kemungkinan salah satu faktor terpenting mengatur komunitas CMA (Eom *et al* 2000).

C. 1. Hasil uji coba pupuk organik cair kambing terhadap tanaman sawi

Hasil uji pupuk organik kotoran hewan kambing dan ayam akan diperlakukan pada tanaman sawi. Pupuk organik cair dari bahan kotoran kambing dengan penambahan limbah buah dan atau daun mimba sebagai perlakuan, serta dosis penggunaan pupuk dalam setiap polyback, yang diujikan pada tanaman sawi. Parameter yang diukur adalah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan Biomassa tanaman, akan disajikan dalam gambar diagram batang (Gambar 7 – 10, lampiran A)

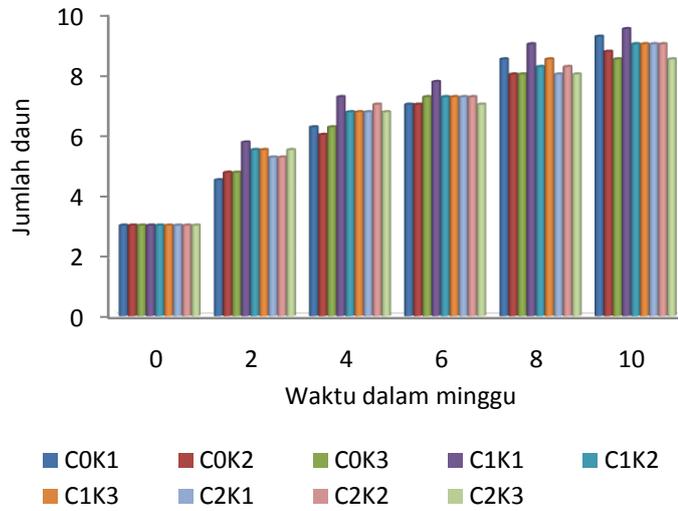
a. Tinggi tanaman



Gambar. 7. Hasil pengukuran Tinggi tanaman dari berbagai perlakuan

Dilihat dari gambar diagram batang menunjukkan pertambahan tinggi tanaman sejalan dengan waktu pengukuran. Perpanjangan tinggi tanaman Sawi paling bagus pada perlakuan pupuk organik kambing yang ditambah dengan limbah buah, pada konsentrasi 20%. (C1K1) (Gambar 7, lampiran A)

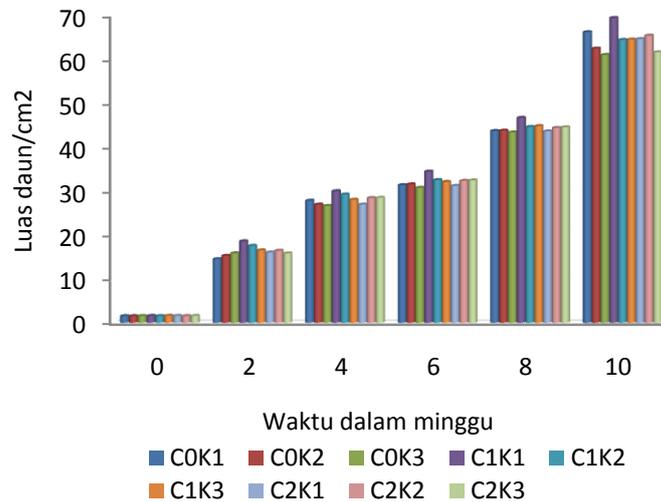
b. Jumlah Daun



Gambar. 8. Hasil pengukuran jumlah daun dari berbagai perlakuan

Dilihat dari gambar diagram batang menunjukkan pertambahan jumlah daun sawi sejalan dengan waktu pengukuran. Perbanyakkan jumlah daun tanaman sawi paling bagus pada perlakuan pupuk organik kambing yang ditambah dengan limbah buah, pada konsentrasi 20%. (C1K1)(Gambar 8, lampiran A)

b. Luas daun

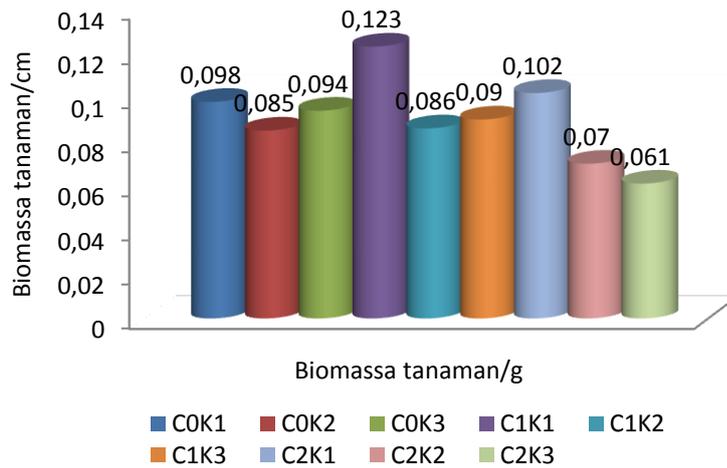


Gambar. 9. Hasil pengukuran luas daun dari berbagai perlakuan Umur 10 Minggu

Luas daun diukur pada hari terakhir pemanenan umur 10 minggu. Hasil yang diperoleh dari gambar diagram batang menunjukkan bahwa, luas daun tanaman Sawi terbaik pada perlakuan pupuk organik kambing yang ditambah dengan limbah buah, pada konsentrasi 20%. (C1K1) (Gambar 9, lampiran A)

d. Biomassa Tanaman

Dilihat dari gambar diagram batang menunjukkan bahwa Biomassa tanaman meningkat sejalan dengan waktu pengukuran. Berat biomassa tanaman Sawi paling bagus pada perlakuan pupuk organik kambing yang ditambah dengan limbah buah, pada konsentrasi 20%. (C1K1) (Gambar 10, lampiran A)



Gambar. 10. Hasil pengukuran Biomassa tanaman dari berbagai perlakuan

Hasil pengukuran yang digambarkan dalam diagram batang tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan Biomassa tanaman sawi (parameter yang diukur), diperlakukan dengan pupuk organik kotoran kambing cair dengan perlakuan penambahan penambahan limbah buah, dan atau daun mimba, semua parameter yang diukur, menunjukkan pertumbuhan paling baik pada perlakuan pupuk organik yang ditambah dengan limbah buah, dengan perlakuan dosis atau konsentrasi 20%/1 kg media tanah marginal. Hal tersebut mungkin disebabkan kebutuhan makro dan mikro nutrien sesuai dengan pertumbuhan tanaman sawi. Namun jika dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman sawi yang diberi pupuk organik limbah ayam padat pada konsentrasi (dosis) 6% pertumbuhannya lebih baik dibanding pupuk organik dari kotoran kambing cair dosis 20% (Purwanto 2011). Kondisi demikian mungkin disebabkan karena kelebihan dosis atau tidak sesuai, sehingga pertumbuhan kurang optimal.

di dalam pupuk organik juga terdapat senyawa-senyawa organik lain yang bermanfaat bagi tanaman, seperti asam humik, asam fulvat, dan senyawa-senyawa organik lain. Namun, kandungan hara tersebut rendah. Peranan pupuk organik ternak yang

memiliki kandungan bahan organik yang banyak, dapat menurunkan cekaman salinitas hingga 3,0 - 4,5 % . (Sumarsono, Anwar dan Budianto, 2005)

Telah banyak diketahui bahwa bahan organik seperti limbah tanaman, pupuk hijau dan kotoran ternak dalam sistem tanah-tanaman dapat memperbaiki struktur tanah dan membantu perkembangan mikroorganisme tanah (Yaacob *et al.*, 1980; Kerley *et al.*, 1996; Matsushita *et al.*, 2000; Widjajanto *et al.*, 2001; 2002; 2003). Kondisi ini sebagai awal mula proses transformasi N secara biologis dalam tanah dan, menghasilkan konversi bentuk N organik menjadi bentuk an organik yang tersedia bagi tanaman.

Kotoran ternak memainkan peranan yang penting sebagai sumber pupuk organik. Dilaporkan bahwa ternak menghasilkan 19 - 40 kg hari⁻¹ . Pupuk organik ternak sebagai pupuk kandang, mempunyai pengaruh meningkatkan produksi tanaman lamtoro (Dewi, Widjayanto dan Sumarsono, 1998), juga pada pertanaman campuran setaria dan Sentro (Sumarsono, 2001). Hanolo (1997) menyatakan bahwa, unsur hara nitrogen pada pupuk organik memacu pertumbuhan tanaman, karena nitrogen membantu pembentukan asam-asam amino menjadi protein. Protein yang terbentuk digunakan untuk membentuk hormon pertumbuhan, yakni hormon auksin, giberelin, dan sitokinin. Hormon auksin mempengaruhi sintesis protein-protein struktural untuk menyempurnakan struktur dinding sel kembali seperti semula setelah mengalami peregangan/pembentangan. Hormon giberelin merangsang pertumbuhan tinggi tanaman.

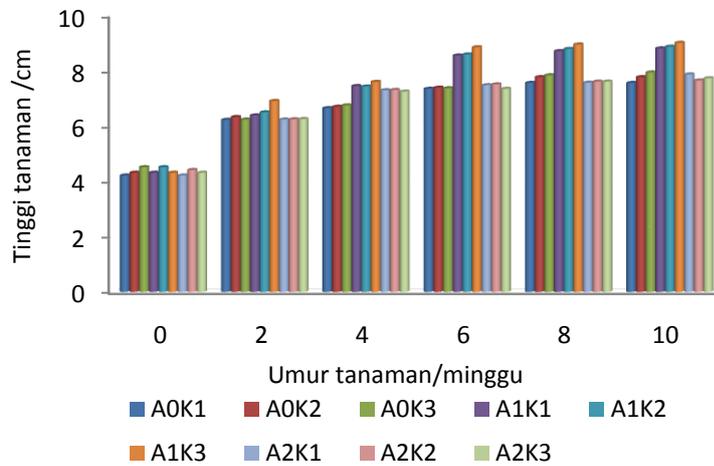
Hormon sitokinin berperan dalam pembelahan sel pada ujung batang. Ketiga hormon tersebut saling berperan dalam menunjang pertumbuhan tinggi tanaman dan adanya unsur hara kalium yang berfungsi sebagai aktivator enzim menyebabkan reaksi biosintesis hormon maupun protein lain dapat berlangsung cepat sehingga pertumbuhan tanaman sawi dapat dipacu. (Tjionger, 2006). Menurut Suwandi dan Nurtika (1997), pupuk organik cair dapat mempercepat pembentukan daun jika diaplikasikan dalam konsentrasi dosis rendah, dengan pemberian secara rutin. Pupuk organik cair akan memberikan hasil budidaya tanaman yang rendah apabila diberikan dengan konsentrasi tinggi, namun pemupukan harus dilakukan secara rutin dengan dosis yang rendah pada masa tanam.

C.2. Hasil uji coba pupuk organik cair kohe ayam terhadap tanaman sawi

Pupuk organik padat dari bahan kotoran ayam dengan penambahan limbah buah dan daun mimba sebagai perlakuan, yang diujikan pada tanaman sawi. Parameter yang

diukur adalah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan Biomassa tanaman, akan disajikan dalam gambar diagram batang (Gambar 11 – 14, lampiran B)

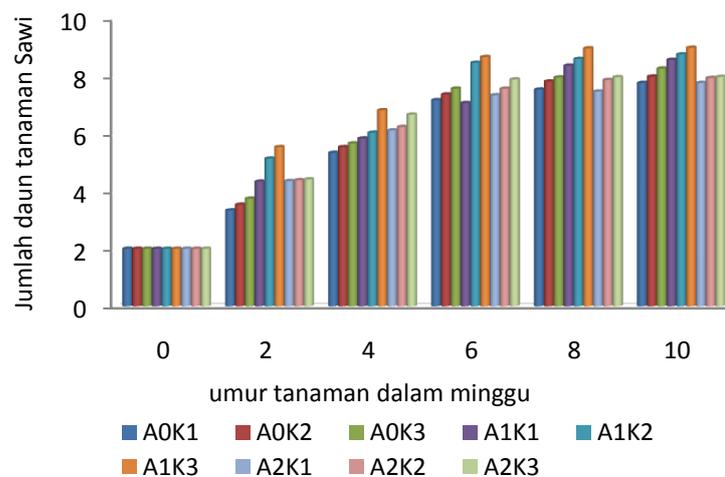
a. Tinggi tanaman Sawi



Gambar. 11. Hasil pengukuran Tinggi tanaman Sawi dari berbagai perlakuan

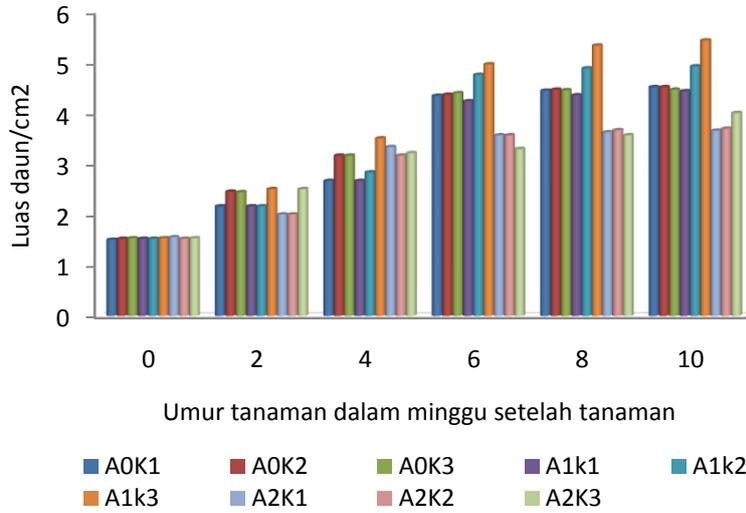
Hasil yang diperoleh menunjukkan tinggi tanaman terbaik adalah tanaman yang dikasih pupuk kotoran ayam yang dicampur dengan limbah buah, dengan konsentrasi 30% (A1K3) (Ganbar 11) . Demikian pula jumlah daun tanaman sawi, paling banyak juga perlakuan pupuk organik cair dari kotoran ayam yang dicampur dengan limbah buah dengan konsentrasi 30% (300 ml dalam 1 kg media) (Gambar 12, lampiran B)

b. Jumlah daun tanaman Sawi



Gambar. 12. Hasil pengukuran jumlah daun tanaman Sawi dari pupuk organik cair dari kotoran ayam dengan berbagai perlakuan

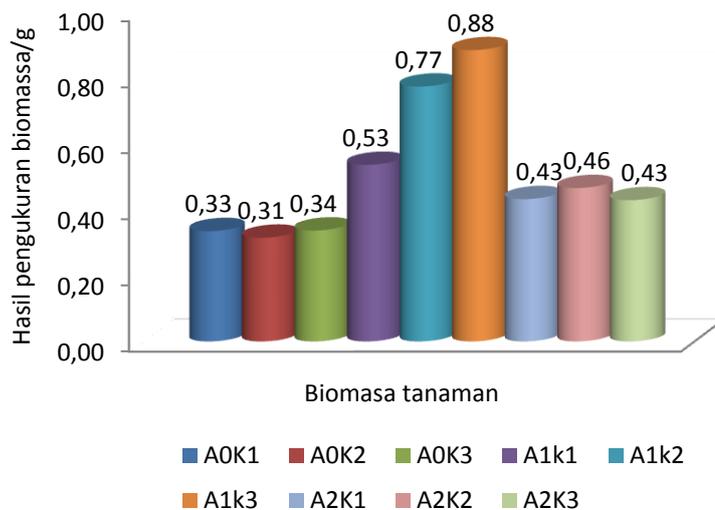
c. Luas daun tanaman sawi



Gambar. 13. Hasil pengukuran luas daun tanaman Sawi dari pupuk organik cair kotoran ayam, dicampur dengan limbah buah dan daun mimba

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa Luas daun tanaman sawi terbaik dengan perlakuan pemberian pupuk organik cair limbah kotoran ayam yang dicampur dengan limbah buah, dengan konsentrasi 30% (Gambar 13) , demikian pula hasil pengukuran biomassa tanaman sawi (Gambar 14, lampiran B) .

d. Biomassa tanaman Sawi



Gambar. 14. Hasil pengukuran Biomassa tanaman Sawi dari pupuk organik cair kotoran ayam, dicampur dengan limbah buah dan daun mimba

Hasil pengukuran parameter pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan biomassa tanaman), pemberian pupuk organik cair dari kotoran ayam 30% menunjukkan pertumbuhan tanaman Sawi terbaik, dibanding perlakuan lain. Hal tersebut mungkin disebabkan peran pupuk organik cair kotoran ayam pada konsentrasi 30% sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Hanolo (1997) bahwa, unsur hara nitrogen pada pupuk organik memacu pertumbuhan tanaman, karena nitrogen membentuk asam-asam amino menjadi protein. Protein yang terbentuk digunakan untuk membentuk hormon pertumbuhan, yakni hormon auksin, giberelin, dan sitokinin. Hormon auksin mempengaruhi sintesis protein struktural untuk menyempurnakan struktur dinding sel kembali seperti semula setelah mengalami peregangan/pembentangan. Hormon giberelin merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Hormon sitokinin berperan dalam pembelahan sel pada ujung batang. Ketiga hormon tersebut saling berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, dan adanya unsur hara kalium yang berfungsi sebagai aktivator enzim, menyebabkan reaksi biosintesis hormon maupun protein lain dapat berlangsung cepat sehingga pertumbuhan tanaman sawi dapat dipacu. (Tjionger, 2006).

Suwandi dan Nurtika (1997), pupuk organik cair dapat mempercepat pembentukan daun jika diaplikasikan dalam konsentrasi dosis rendah, secara rutin. Dengan terbentuknya daun yang optimal, dapat membantu proses fotosintesis, sehingga persediaan energi untuk pertumbuhan dapat optimal. Pupuk organik cair yang diberikan dengan dosis rendah dan rutin, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Unsur nitrogen bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang dan mengganti sel-tanaman. Selanjutnya dinyatakan bahwa laju pertumbuhan tanaman sawi tidak dipengaruhi oleh pemberian pupuk cair dengan frekuensi pemberian yang berbeda-beda. Keadaan ini merupakan akibat dari bobot kering total per tanaman sawi yang sama baik pada frekuensi pemberian pupuk cair setiap hari, dua hari sekali maupun tiga hari sekali aplikasi penyemprotan. Selanjutnya dinyatakan bahwa pemberian pupuk cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dibanding melalui tanah (Rizqiani, 2006)

Menurut Hanolo (1997) menyatakan dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa. Pupuk cair yang digunakan memiliki nisbah C/N lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya sehingga unsur N lebih mudah tersedia dan diserap oleh tanaman.

Prasetya (2009) dan Harjadi, (1989), menyatakan bahwa pemberian dosis pupuk cair berhubungan erat dengan serapan unsur N dan pertumbuhan tanaman sawi. Adanya peningkatan dosis pemberian pupuk cair pada tanaman sawi, diikuti dengan peningkatan serapan unsur N. Peningkatan dosis pemberian pupuk cair dapat meningkatkan serapan unsur N ($R^2 = 0,782$) berarti variasi nilai peningkatan pemberian dosis pupuk cair berpengaruh terhadap serapan unsur N sebesar 78%. Pemupukan nitrogen pada periode aktif tanaman (fase vegetatif) memungkinkan unsur N dapat diserap lebih banyak oleh tanaman. Selanjutnya dikatakan bahwa pemberian pupuk cair dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Hal ini dapat terbukti dari hasil pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot kering, kadar N tanaman dan serapan N tanaman. Peningkatan pertumbuhan tanaman sawi karena unsur N sangat dibutuhkan oleh tanaman terutama dalam fase vegetatif. Fungsi N selama fase vegetatif adalah membantu dalam pembentukan fotosintat yang selanjutnya digunakan untuk membentuk sel-sel baru, perpanjangan sel dan penebalan jaringan.

Pengaruh frekuensi pemberian pupuk cair tidak berpengaruh yang nyata terhadap semua parameter. Hal ini disebabkan kadar N pada pupuk cair rendah dan hasil pemberian pupuk cair sehari sekali, dua hari sekali dan tiga hari sekali memiliki hasil yang tidak terlalu signifikan. Selain itu, menurut hasil penelitian bahwa frekuensi pemberian pupuk cair dua kali aplikasi penyemprotan mempunyai pengaruh yang sama dengan frekuensi pemberian pupuk cair tiga kali dan empat kali aplikasi penyemprotan terhadap semua parameter pengamatan (Rizqiani *et al.*, 2007).

Hasil penelitian yang dilakukan pemberian pupuk organik cair dari kotoran hewan kambing dan ayam, menunjukkan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Untuk pupuk organik cair dari kotoran hewan kambing dengan limbah buah konsentrasi 20%, berpengaruh terbaik untuk pertumbuhan sawi, sedang pupuk organik cair dari kotoran ayam percampuran limbah buah dengan konsentrasi 30%. Hal tersebut karena kandungan N pada ayam relatif lebih rendah dibanding kambing, sedang N sebagai makro nutrien yang berfungsi untuk pembentukan protein, selanjutnya digunakan untuk membentuk hormon pertumbuhan, yakni hormon auksin, giberelin, dan sitokinin. Hormon auksin mempengaruhi sintesis protein struktural untuk menyempurnakan struktur dinding sel kembali seperti semula setelah mengalami peregangan/pembentangan. Hormon giberelin merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Hormon sitokinin berperan dalam pembelahan sel pada ujung batang. Ketiga hormon tersebut saling berperan dalam mendukung

pertumbuhan tanaman dan adanya unsur hara kalium yang berfungsi sebagai aktivator enzim, menyebabkan reaksi biosintesis hormon maupun protein lain dapat berlangsung cepat sehingga pertumbuhan tanaman sawi dapat dipacu lebih cepat . (Tjonger, 2006).

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk cair kotoran hewan yang dicampur dengan limbah buah, memberikan pengaruh pertumbuhan yang lebih baik dibanding pencampuran dengan daun mimba. Hal tersebut mungkin disebabkan karena daun mimba banyak mengandung bahan kimia alami aktif, hasil metabolit sekunder, yang lebih dikenal sebagai pestisida nabati. Hal tersebut didukung pernyataan Aguskriono (20011), menyatakan bahwa daun mimba mengandung beberapa zat kimia alami, berfungsi sebagai anti virus , anti diuretik dan anti diabetes, dan kandungan zat aktifnya berupa azachdirichtin, minyak gliserol, asetiloksituranae.

SIIMPULAN

Hasil penelitian yang didukung dengan analisis data, serta uraian yang lain dapat disimpulkan bahwa :

1. Pupuk organik dari kotoran kambing dan ayam, yang dicampur dengan limbah buah dan atau daun mimba, layak digunakan pupuk organik
2. Hasil produksi pupuk hayati CMA, dengan metode *triping* menggunakan inang *Pueraria paseoloides*, diperoleh 1 butir spora /g media ziolit
3. Pupuk organik cair dari kotoran kambing dan ayam, yang dicampur dengan limbah buah dan atau limbah daun mimba, memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Pupuk organik cair kohe kambing pada dosis 20% memberikan pengaruh terbaik dibanding perlakuan lain. Sedang pupuk organik cair ayam memberikan pengaruh terbaik untuk pertumbuhan tanaman sawi pada dosis 30%, dibandingkan perlakuan yang lain. Jadi pengaruh pertumbuhan tanaman Sawi, dari pupuk organik cair kotoran kambing dan ayam memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman Sawi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguskrisna (2011). Pemanfaatan daun mimba (*Lazadirachta indica* juss) dalam diet therapy diabetes mellitus. Diakses Tgl 25 Januari 2012.
- Anwar, S. Karno, F. Kusmiyati dan Sumarsono. 2003. Pengembangan Tanaman Rumput Pakan Unggul yang Toleran terhadap Tekanan Aluminium dan Salinitas. Laporan Hibah Bersaing. Dikti. Jakarta.
- Barea J.M., Jeffries 2001. Arbuscular Mycorrhiza-a key Component of Sustainable Plant. Soil Ecosystem. In *The Mycota a Comprehensive Treatise on fungi as Experimental System for Basic and Applied Reserch*, fungi Associations, KEsser (Ed). Hal 95.
- Brundrett M.C., Melville L, Peterson L. 1994. Practical methods in mycorrhiza research. Mycology Publications, p 95-100.
- Buce, M. Rossignol M., Jauneau, A. Ranjeva. R. and Beacard. G. 2000. The presymbiotic growth of Arbuscula Micorrizal fungi is induced by a branching factor partially purified plant root exudant *Mol. Plant* 13: 693-698.
- Buckman, H. O. Dan N. C. Brady. 1982. Ilmu Tanah (Terjemahan Soegiman). Penerbit Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- Chalimah. S. 2007. Pemanfaatan teknologi In vivo untuk perkembangan Gigaspora Margarita dan Acaulospora tuberculata. *Biodiversitas* 7: 3-5 UNS.
- de-Souza. F.A. 2005. Biology, Ecology and evolution of the Gigasporaceae arbuscular mycorrhizal fungi (Glomreomycota), Dissertation. Netherlands Institute of Ecology, p 121-158.
- Hanolo, W. 1997. Tanggapan tanaman selada dan sawi terhadap dosis dan cara pemberian pupuk cair stimulan. *Jurnal Agrotropika* 1.
- Jakobsen, J. 2004. Transport of Phosporus and Carbon in Arbascular Mycorrhizas. Dalam A. Varma B. Hock (Ed). *Mycorrhiza: Structure, function Molecular Biology and Biotechnology*, 2nd ed. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Kerley, S.J., and Darvis, S.C. 1996. Preliminary studies of the impact of excreted N on cycling and uptake of N in pasture systems using natural abundance stable isotopic discrimination. *Plant and Soil* 178: 287-294
- Marschner, H. and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis plant and soil 159:89-102.
- Matsushita, K., Miyauchi, N., and Yamamuro, S. 2000. Kinetics of ¹⁵N-labelled nitrogen from co-compost made from cattle manure and chemical Fertilizer in a paddy field. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 46 (2): 355-363
Mikro untuk Tanaman, Makasar
- Palimbangan, N. 2006. Pengaruh Ekstrak Daun Lamtoro Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal*
- Purwanto. 2006. *Cara Bertanam Sayuran*. Jakarta : Rajawali Press.
- Rizqiani, N. F; Ambarwati E; Yuwono Widya N. 2007. Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil
- Santi, A; Utami P.K; dan Prasetya J. 2004. Penggunaan Pupuk dan Air Kelapa untuk Pertumbuhan Bibit Anggrek Dendrobium. *Prosiding Seminar Nasional Florikultura*, Bogor, 4-5 Agustus: 79 – 83
- Smith SE, Smith FA, Jacobsen. 2003. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to pints irrespective of growth responses. *Plant Physiol.* 133, 16-20.
- Suharto. 1998 Konsep Pertanian Terpadu (An Integrated Farming System). Makalah Utama Seminar Nasional, ISPI – Fakultas Peternakan UNDIP, Semarang.

- Suhendrayatna (2010). Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganism: Suatu Kajian Kepustak, Institute for Science and Technology Studies(ISTECS)-Chapter Japan
Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering Faculty of Engineering, Kagoshima University 1-21-40 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan
- Sumarsono, S. Anwar dan S. Budiyo. 2005. Peranan Pupuk Organik Untuk Keberhasilan Pertumbuhan Tanaman Pakan Rumput Poliploid Pada Tanah Masam dan Salin. Laporan Penelitian. Jurusan Nutrisi Dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan UNDIP, Semarang (Laporan Sementara).
- Sumarsono. 2001. Hasil hijauan setaria (*Setaria splendida* Staft) dalam pertanaman campuran dengan sentro (*Centrosema pubescens*) yang menerima pupuk fosfat dan kotoran ternak. J. Pengemb. Pet. Trop. Special Ed.: 129-136.
- Suwandi dan N, Nurtika, 1997. Pengaruh pupuk cair biokimia "Sari Humus" pada tanaman kubis. *Buletin Penelitian Hortikultura* 15(20): 213-218.
- Tjionger, M. 2006. *Pentingnya Menjaga Keseimbangan Unsur Hara Makro dan*
- Widjajanto, D.W., and Miyauchi, N. 2002. Organic farming and its prospect in Indonesia. *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ.*, 52: 5762
- Widjajanto, D.W., Honmura, T., and Miyauchi, N. 2002. Nitrogen release from green manure of water hyacinth in rice cropping systems. *Pak. J. Biol. Sci.*, 5 (7): 740-743
- Widjajanto, D.W., Honmura, T., Matsushita, K., and Miyauchi, N. 2001. Studies on the release of N from water hyacinth incorporated into soil-crop systems using ¹⁵N-labeling techniques. *Pak. J. Biol. Sci.*, 4 (9): 1075-1077
- Yaacob, O. and Blair, G.J. 1980. Mineralisation of ¹⁵N-labelled legume residues in soils with different nitrogen contents and its uptake by rhodes grass. *Plant and Soil* 57: 237-248.