

JURNAL TANAH DAN LINGKUNGAN

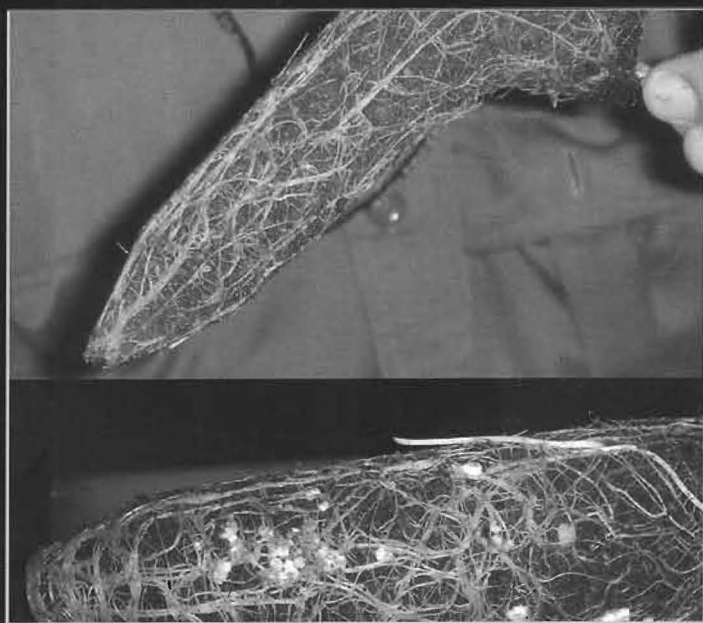
(Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan)

JOURNAL OF SOIL AND ENVIRONMENT

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan

Fakultas Pertanian

Institut Pertanian Bogor



**Uji Efektivitas Bio-Organic Fertilizer (Pupuk Organik Hayati)
dalam Mensubstitusi Kebutuhan Pupuk Anorganik
pada Tanaman Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]**

**Effectivity Test of Bio-organic Fertilizer in order to Substitute Inorganic
Fertilizer Necessity on Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]**

Ester LN Lumbantobing, Fahrizal Hazra, dan Iswandi Anas

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

ABSTRACT

The aim of research was to examine the effectiveness of bio-organic fertilizer to substitute inorganic fertilizer necessity on sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] vegetative growth. This research was carried out in the University Farm green house Cikabayan and in the Leuwikopo Experiment Field, Institut Pertanian Bogor. The green house experiment used completely randomized design with six treatments, namely: 1. No fertilizer (control), 2. 100%NPK, 3. 50%N + DOP, 4. 50%NPK + Fertismart, 5. 50%NPK + Ponti, dan 6. 50%NPK + Biost. The field experiment used completely randomizes block design with seven treatments, namely: 1. No fertilizer (control), 2. 50%NPK, 3. 100%NPK, 4. 50%N + DOP, 5. 50%NPK + Fertismart, 6. 50%NPK + Ponti, and 7. 50%NPK + Biost. Materials which was used were super sugar variety, NPK fertilizers, bio-organic fertilizer Fertismart, Ponti, Biost, and organic fertilizer Double Organic Phosphate (DOP).

The results of green house research showed that bio-organic fertilizer could increase crop height, number of leaves, wet weight upper crop, dry weight upper crop, wet weight root, and dry weight root of sweet sorghum than control and same with treatment of 100%NPK. Treatment of 50%NPK + Biost could increase crop height (47.8%) than control and same with treatment of 100%NPK. Treatment of 50%NPK + Ponti increase dry weight root (59%) than control and same with treatment of 100%NPK.

The results of field research showed that bio-organic fertilizer Fertismart could increase wet weight upper crop, crop height (42.8%) and number of leaves (39.5%) than control, and same with 100%NPK. It means that bio-organic fertilizer could substitute about 50% inorganic necessity on sweet sorghum.

Keywords: bio-organic fertilizer, Azotobacter, Azospirillum, phosphate solubilizing microbes.

PENDAHULUAN

Bio-organic fertilizer (pupuk organik hayati) sejak dua dekade ini berkembang dengan pesat. Hal ini disebabkan karena kelangkaan pupuk anorganik yang menyebabkan harga pupuk semakin meningkat, kemasaman tanah yang meluas akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus, dan meningkatnya permintaan terhadap produk-produk pertanian organik. Kendala-kendala pemupukan tersebut menyebabkan pupuk organik hayati berkembang dengan pesat bukan saja di luar negeri, tetapi juga di dalam negeri. Pupuk organik hayati ini adalah pupuk organik yang diperkaya dengan kandungan hara dan diinokulasikan dengan berbagai macam mikroba fungsional. Mikroba ini secara khusus diisolasi dan dikemas dalam bahan pembawa (*carriers*) yang mampu menjaga reaktivitasnya dalam periode yang memadai.

Mikroba tanah yang dikandung oleh pupuk organik hayati yang diuji pada penelitian ini adalah *Azotobacter*, *Azospirillum* dan mikroba pelarut fosfat. Mikroba-mikroba tersebut mampu melarutkan hara sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman.

Azotobacter adalah bakteri penambat N₂ yang hidup bebas, bersifat Gram negatif, aerobik obligat, dan tumbuh baik pada media yang kekurangan N (Imas, 1989). Nitrogen yang dapat difiksasi sekitar 2-15 mg N/g. Efek *Azotobacter*

dalam meningkatkan biomassa akar disebabkan oleh penghasilan hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) di daerah perakaran (Rao, 1982).

Azospirillum merupakan salah satu genus *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri ini mampu mensintesis hormon pemacu pertumbuhan tanaman seperti IAA, giberelin, dan sitokinin, memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, mensintesis siderofor, dan sebagai agen pengendali hayati (Salisbury and Ross, 1995; Seshadri *et al.*, 2002; Bashan and Bashan, 2002). *Azospirillum* adalah bakteri yang bersifat Gram negatif. Suhu optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 32-36 °C, sedangkan pH optimum berkisar antara 6.8-7.9 (Day and Dubereiner, 1976).

Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) merupakan mikroba tanah yang mempunyai kemampuan melarutkan P tidak tersedia menjadi tersedia. MPF tersebut berasal dari golongan bakteri antara lain: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Brevibacterium* dan *Serratia* dan dari golongan fungi seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, *Sclerotium* dan *Fusarium* (Alexander, 1978; Rao, 1982). Sebagian dari bakteri genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* dan sebagian dari fungi genus *Penicillium* dan *Aspergillus* memiliki kemampuan untuk melarutkan P tidak larut dalam tanah menjadi larut dengan mengeluarkan asam-asam organik (Rao, 1994) seperti: asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat.

asam formiat, asetat, propionat, glikolat, okasalat, malat, fumarat, tartrat dan α -ketobutirat yang mampu mengkhelat kation-kation logam Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} (Alexander, 1978; Rao, 1982). Asam-asam organik tersebut bersifat non-volatil, sehingga kation yang dikhelat menjadi bentuk stabil (Rao, 1982) dan ion $H_2PO_4^-$ menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas pupuk organik hayati Biost, Fertismart, Ponti, dan pupuk organik *Double Organic Phosphate* (DOP) dalam menggantikan sebagian pupuk anorganik (Urea, SP-36, dan KCl) terhadap pertumbuhan tanaman *sweet sorghum* [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

BAHAN DAN METODE

Penelitian diawali pada bulan Maret sampai bulan Juni 2008. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Latosol Cimahpar. Tanah Latosol dari daerah tersebut miskin akan unsur hara. Bahan yang digunakan adalah benih *sweet sorghum* varietas *Super Sugar* yang diperoleh *Ibaraki University*, Jepang. Sebagai sumber N, P,

dan K dalam penelitian ini berturut-turut adalah pupuk Urea (40.24% N), SP-36 (27.35% P_2O_5), dan KCl (60% K_2O), pupuk organik hayati yaitu: Fertismart, Biost, Ponti, dan pupuk organik *Double Organic Phosphate* (DOP).

Penelitian di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 6 perlakuan pupuk. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Analisis data dengan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Sedangkan penelitian lapang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 7 perlakuan pupuk yang diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 28 satuan percobaan. Analisis data penelitian lapang dengan metode DMRT dan *Least Significant Difference* (LSD) pada taraf 5%.

Contoh tanah pada penelitian rumah kaca dimasukkan dalam pot dengan berat tanah masing-masing 5 kg tanah/pot (BKM). Pupuk anorganik dicampur dengan setengah bagian tanah dalam pot, sedangkan pupuk organik hayati dan pupuk organik dicampurkan dengan tanah tempat benih akan ditanam. Ketiga jenis pupuk tersebut diberikan satu kali sebelum tanam sesuai dengan takaran yang disajikan pada Tabel 1. Kemudian tanah diinkubasi selama satu minggu.

Tabel 1. Takaran Pupuk Anorganik, Pupuk Organik Hayati, dan Pupuk Organik pada Penelitian Rumah Kaca

Perlakuan	Kg ha ⁻¹ (g pot ⁻¹)				
	Urea	SP-36	KCl	Pupuk Organik Hayati	Pupuk Organik
Kontrol	0	0	0	0	0
100% NPK	300 (4.2)	100 (1.6)	250 (3.0)	0	0
50%N + DOP	150 (2.1)	0	0	0	250 (3.0)
50%NPK + Fertismart	150 (2.1)	50 (0.8)	125 (1.5)	250 (3.0)	0
50%NPK + Ponti	150 (2.1)	50 (0.8)	125 (1.5)	250 (3.0)	0
50%NPK + Biost	150 (2.1)	50 (0.8)	125 (1.5)	250 (3.0)	0

Parameter yang diamati adalah: 1) Tinggi *sweet sorghum* (diukur setiap minggu mulai umur 2 - 6 MST), 2) Jumlah daun, 3) Bobot Basah Tanaman Bagian Atas (BBTBA), 4) Bobot Basah Akar (BBA), 5) Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (BKTBA), dan 6) Bobot Kering Akar (BKA).

Pada umur 6 MST dilakukan pemanenan untuk mengetahui BBTBA, BBA, BKTBA, dan BKA. BBTBA dan BBA diukur dengan menimbang bagian atas tanaman dan akar secara terpisah. Setelah penimbangan bobot basah tanaman, bagian atas tanaman dan akar dikeringkan dalam oven pada suhu 60° selama 2x24 jam. Setelah itu, bagian

atas dan akar tanaman ditimbang kembali untuk mendapatkan nilai BKTBA dan BKA.

Pada penelitian di lapang, tanah dibersihkan dari gulma ke mudian diolah dengan lapisan olah sedalam 20 cm. Pada penelitian ini, penanaman *sweet sorghum* dilakukan pada petak-petak berukuran 2x2.5 m. Jarak antarpetak percobaan berupa parit yang dibuat dengan lebar 50 cm. Pupuk anorganik diberikan di alur sedalam 1 cm, sedangkan pupuk organik hayati dan pupuk organik diberikan di samping benih dengan takaran 3.0 g/lubang tanam. Pemupukan dilakukan satu kali pada saat tanam sesuai dengan takaran yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Takaran Pupuk Anorganik, Pupuk Organik Hayati, dan Pupuk Organik pada Penelitian Lapang

Perlakuan	Kg ha ⁻¹ (g petak ⁻¹)			Kg ha ⁻¹ (g tiap lubang tanam ⁻¹)	
	Urea	SP-36	KCl	Pupuk Organik Hayati	Pupuk Organik
Kontrol	0	0	0	0	0
100% NPK	300 (150)	100 (66)	250 (125)	0	0
50%N + DOP	150 (150)	0	0	0	250 (3.0)
50%NPK + Fertismart	150 (150)	50 (66)	125 (125)	250 (3.0)	0
50%NPK + Ponti	150 (150)	50 (66)	125 (125)	250 (3.0)	0
50%NPK + Biost	150 (150)	50 (66)	125 (125)	250 (3.0)	0

Setiap petak percobaan diambil 6 tanaman contoh dan 1 tanaman bukan contoh yang ditetapkan secara acak. Masing-masing tanaman contoh dipanen pada 14 MST untuk pengamatan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot basah batang *sweet sorghum*. Tanaman bukan contoh dipanen pada 16 MST untuk mengetahui kandungan gula pada batang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian Rumah Kaca

1. Pengaruh Pupuk Organik Hayati terhadap Tinggi *Sweet Sorghum*

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan 100%NPK=50%NPK + (Fertismart, Ponti, Biost). Hal ini berarti pupuk

Tabel 3. Pengaruh Pemupukan terhadap Tinggi *Sweet Sorghum*

Perlakuan	2 MST	3MST	4MST	5MST
	-----cm-----			
Kontrol	25.71a	34.93a	44.63a	68.88a
100% NPK	30.13a	47.90bc	65.63b	83.00b
50% N + DOP	30.46a	39.30ab	47.81a	73.06ab
50% NPK + Fertismart	31.30a	48.96bc	64.00b	82.63b
50% NPK + Ponti	27.90a	46.99bc	63.94b	82.13b
50% NPK + Biost	31.63a	51.64c	66.94b	81.06b

Hal ini berarti bahwa 250 kg/ha Fertismart, Biost, dan Ponti mampu menggantikan 150 kg/ha urea, 50 kg/ha SP-36, dan 125 kg/ha KCl.

Penyebab pertumbuhan tanaman adalah karena selain pupuk organik hayati mengandung unsur hara, juga karena mikroba yang terkandung di dalamnya mampu meningkatkan efisiensi pengambilan unsur hara oleh tanaman yang tercermin dari peningkatan pertumbuhan. Mikroba tersebut juga mampu menghasilkan hormon pertumbuhan *Indole Acetic Acid* (IAA) yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Bakteri *Azotobacter* selain dapat mensubstitusi hara khususnya nitrogen juga menghasilkan hormon tumbuh dan senyawa fungisida yang dapat mencegah pertumbuhan cendawan yang dapat menekan pertumbuhan dan produksi tanaman (Syam'un dan Dachlan, 2006).

Perlakuan dengan pupuk organik *Double Organic Phosphate* (DOP) tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman

Tabel 4. Pengaruh Pemupukan terhadap Jumlah Daun *Sweet Sorghum*

Perlakuan	2 MST	3MST	4MST	5MST
	-----lembar pot ⁻¹ -----			
Kontrol	4.13a	4.75a	5.75a	7.25a
100% NPK	4.63b	5.75b	7.13c	7.38a
50% N + DOP	4.00a	5.00a	6.00ab	7.13a
50% NPK + Fertismart	4.63b	5.63b	7.00bc	7.13a
50% NPK + Ponti	4.38ab	5.75b	7.38c	7.00a
50% NPK + Biost	4.75b	6.13b	7.75c	7.25a

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan kombinasi antara pupuk anorganik dengan pupuk organik hayati Fertismart, Biost, dan Ponti secara signifikan dapat memberikan peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan

organik hayati nyata meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol dan mampu menyamai perlakuan 100%NPK pada 3 MST, 4 MST, dan 5 MST. Perlakuan 50%NPK + Biost pada 3 MST nyata meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol sebesar 47.8%, diikuti oleh perlakuan 50%NPK + Fertismart dengan besar peningkatan terhadap kontrol sebesar 40%. Pada 4 MST, besar peningkatan tinggi tanaman oleh perlakuan 50%NPK + Fertismart, 50%NPK + Ponti dan 50%NPK + Biost berturut-turut terhadap kontrol yaitu 43,5%, 43.2%, dan 50%. Sedangkan pada 5 MST, perlakuan 50%NPK + Fertismart, 50%NPK + Ponti dan 50%NPK + Biost berturut-turut mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 20%, 19.3%, dan 17.7% terhadap kontrol.

dibandingkan dengan blanko. Hal ini disebabkan karena pupuk DOP tidak mengandung mikroba fungsional yang dapat melarutkan fosfat sukar larut sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Ketersediaan fosfat tergantung dari kelarutannya, banyak pelarut, jarak dari ion fosfat untuk mencapai akar, dan mikroba untuk dapat menyerapnya (Partohardjono, 1991).

2. Pengaruh Pupuk Organik Hayati terhadap Jumlah Daun *Sweet Sorghum*

Peningkatan jumlah daun terbesar ditunjukkan oleh perlakuan 50%NPK + Biost sebesar 29% terhadap kontrol pada 3 MST dan 34.8% pada 4 MST (Tabel 4). Ketersediaan unsur hara nitrogen melalui pemupukan urea dan penambatan oleh bakteri non simbiotik serta serapannya oleh tanaman menjadi penyebab meningkatnya jumlah daun.

dengan kontrol. Akan tetapi, tidak signifikan dibandingkan dengan perlakuan 100%NPK. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga pupuk organik hayati tersebut mampu mensubstitusi 50% kebutuhan pupuk anorganik pada *sweet sorghum*.

3. Pengaruh Pupuk Organik Hayati terhadap Bobot Basah Tanaman Bagian Atas (BBTBA), Bobot Basah Akar (BBA), Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (BKTBA) dan Bobot Kering Akar (BKA) *Sweet Sorghum*

Pengaruh pemupukan dengan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik hayati nyata meningkatkan BKTBA dan BKA *sweet sorghum*. Pada Tabel 5 dapat

diketahui bahwa pemupukan tanaman dengan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik hayati dapat meningkatkan BKTBA dan BKA dibandingkan dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan 100%NPK. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik hayati mampu menggantikan kebutuhan terhadap pupuk NPK sebesar 50% atau 150 kg/ha urea, 50 kg/ha SP-36, dan 125 kg/ha KCl pada *sweet sorghum*.

Tabel 5. Pengaruh Pemupukan terhadap Bobot Basah Tanaman Bagian Atas (BBTBA), Bobot Basah Akar (BBA), Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (BKTBA) dan Bobot Kering Akar (BKA) *Sweet Sorghum*

Perlakuan	Bobot Tanaman Atas		Bobot Akar	
	Basah	Kering	Basah	Kering
	-----g pot ⁻¹ -----			
Blanko	14.72a	1.91a	1.91a	0.61a
100% NPK	20.11a	2.96c	2.76ab	0.91c
50% N + DOP	15.09a	2.08ab	1.79a	0.58a
50% NPK + Fertismart	18.77a	2.73c	2.31ab	0.77abc
50% NPK + Ponti	20.10a	2.89c	2.97b	0.97c
50% NPK + Biost	17.64a	2.56c	2.63ab	0.85bc

Perlakuan 50%NPK + Ponti diikuti perlakuan 50%NPK + Fertismart dan perlakuan 50%NPK + Biost nyata meningkatkan BKTBA berturut-turut sebesar 50.3%, 42.9%, dan 35% dibandingkan dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100%NPK. Sedangkan perlakuan 50%NPK + Ponti nyata meningkatkan BKA sebesar 59% terhadap kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan 100%NPK.

Pengaruh pemupukan baik dengan 100%NPK maupun dengan 50%N + DOP dan 50%NPK + (Fertismart, Ponti, Biost) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap peningkatan BBTBA jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan 50%NPK + Ponti, 50%NPK + Biost dan 50%NPK + Fertismart nyata meningkatkan BBA dibandingkan dengan kontrol berturut-turut sebesar 52.6%, 36.8% dan 21% tetapi tidak berbeda nyata dengan 100%NPK. Pemberian bakteri pelarut fosfat menyebabkan meningkatnya P tersedia tanah sehingga pertumbuhan akar menjadi lebih baik (Aidi, 2003). Perlakuan 50%NPK + Ponti diikuti perlakuan 50%NPK + Biost, dan perlakuan 50%NPK + Fertismart nyata meningkatkan BKA tanaman

masing-masing sebesar 49%, 39.3%, dan 26% dibandingkan dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan 100%NPK.

B. Hasil dan Pembahasan Penelitian Lapangan

Pengaruh Pupuk Organik Hayati terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Bobot Basah Batang, Kandungan Gula Batang dan Bobot Basah Tanaman Bagian Atas (BBTBA) *Sweet Sorghum*

Pada Tabel 6 terlihat bahwa perlakuan 50%NPK + Fertismart nyata meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan BBTBA dibandingkan dengan kontrol berturut-turut sebesar 72.8%, 39.5% dan 90.6% dan setara dengan 100% NPK. Perlakuan 50% NPK + Ponti nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan dengan kontrol masing-masing sebesar 56.8% dan 30%, tetapi tidak berbeda nyata dengan 100% NPK.

Tabel 6. Pengaruh pemupukan terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Bobot Basah Batang, Kandungan Gula Batang dan BBTBA

Perlakuan	Tinggi Tanaman ----cm----	Jumlah daun lembur	Bobot Basah Batang			Kandungan Gula Batang			BBTBA kg petak ⁻¹
			Atas	Tengah	Bawah	Atas	Tengah	Bawah	
			-----kg petak ⁻¹ -----			-----%-----			
Blanko	78.06a	7.17a	0.33a	0.58a	0.68a	7.68ab	13.60a	12.05ab	2.35a
50% NPK	104.13abc	8.38ab	0.45a	0.78ab	0.86a	9.50ab	13.28a	13.65b	2.70a
100%NPK	124.44bc	9.99b	0.60a	1.08b	1.43b	7.45ab	14.00a	13.38b	4.63b
50% N + DOP	104.69abc	8.29ab	0.48a	0.88ab	1.08ab	10.13b	11.65a	9.20a	3.68ab
50% NPK + Fertismart	134.88c	10.00b	0.53a	0.98ab	1.13ab	7.15a	12.63a	9.50a	4.48b
50% NPK + Ponti	122.36bc	9.33b	0.44a	0.83ab	1.13ab	8.58ab	13.63a	12.15ab	3.73ab
50% NPK + Biost	92.73ab	8.13ab	0.50a	0.78ab	1.05ab	9.23ab	14.00a	13.65b	3.48ab

Pemupukan dengan perlakuan 50%NPK + (Fertismart, Biost, dan Ponti) nyata meningkatkan bobot basah batang dibandingkan dengan kontrol, tetapi tidak nyata jika dibandingkan dengan 100%NPK. Pemupukan dengan 50% NPK dan 50% N + DOP tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun karena dosis pemupukan yang lebih sedikit dari yang direkomendasikan dan tidak adanya mikroba dalam pupuk yang mampu mempercepat tersedianya hara bagi tanaman.

Perlakuan pemupukan nyata meningkatkan kandungan gula dalam batang atas dan batang bawah *sweet sorghum* dibandingkan dengan kontrol. Pada batang bagian atas, kandungan gula tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 50%N + DOP. Sedangkan pada batang bagian tengah dan bawah, kandungan gula tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 50% NPK + Biost.

KESIMPULAN

1. Penelitian di rumah kaca menunjukkan bahwa pupuk organik hayati Fertismart, Ponti, dan Biost nyata meningkatkan tinggi, jumlah daun, Bobot Basah Tanaman Bagian Atas (BBTBA), Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (BKTBA), Bobot Basah Akar (BBA), dan Bobot Kering Akar (BKA) *sweet sorghum*.
2. Penelitian di lapang menunjukkan bahwa pupuk organik hayati Fertismart, Ponti, dan Biost nyata meningkatkan tinggi, jumlah daun, BBTBA, dan kandungan gula batang *sweet sorghum*.
3. Pupuk organik hayati Fertismart, Ponti, dan Biost mampu mensubstitusi 50% kebutuhan pupuk anorganik pada *sweet sorghum*.

DAFTAR PUSTAKA

Aidi, N. 2003. Pengaruh fosfat alam dan kombinasi bakteri pelarut fosfat dengan pupuk kandang terhadap P tersedia dan pertumbuhan kedelai pada ultisol. *Buletin Agronom.*, 3: 100 - 106.

Alexander, M. 1978. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. Willey Eastern Private Limited. New Delhi.

Bashan, Y and L.E. Bashan. 2002. Protection of tomato seedlings against infection by *Pseudomonas syringae* pv. Tomato by using the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Appl Environ Microbiol*, 6: 2673 – 2643.

Day, J.M. and J. Dobereiner. 1976. Physiological aspects of N₂ fixation by *Azospirillum* from *digitaria* roots. *Soil Biol.Biochem.*, 8: 45 – 50.

Imas, T. 1989. Mikrobiologi Tanah II. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Partohardjono, M.S.I. 1991. Fosfor Peranan dan Penggunaannya dalam Bidang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Bogor.

Rao, N. S. 1982. Biofertilizers In Agriculture. Oxford & IBH Publishing Co. Oxford.

_____. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman, Edisi 2. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Razie, F. 2003. Karakteristik *Azotobacter* spp. dan *Azospirillum* spp. dari Rhizosfer Padi Sawah di Daerah Dataran Banjir Kalimantan Selatan dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Padi. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Dasar. Lukman D.R. Sumaryono (penerjemah). ITB Press. Bandung.

Seshadri, S., R. Muthukumarasamy, C. Lakshminarasimhan, S. Ignacimuthu. 2000. Solubilization of inorganic phosphates by *Azospirillum halopraeferans*. *Curr Sci.*, 5: 565 - 567.

Syam'un, E. dan A. Dachlan 2006. Pengembangan Agen Mikroba Penambat Nitrogen. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin. Makassar.