



PENGARUH PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KONTRIBUSI NITROGEN YANG DITENTUKAN DENGAN TEKNIK ISOTOP ^{15}N DAN PERTUMBUHAN TANAMAN SORGHUM (*Sorghum bicolor* L.).

Taufiq Bachtiar¹, Ellya Refina¹, Pipit Anggraeni², Nur Maulydia Zain², dan Irawan Sugoro^{1,2}

¹Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi. Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jakarta.

²Program Pendidikan Biologi, Universitas Al-Azhar, Jakarta.

taufiqb@batan.go.id

Pupuk organik cair hasil fermentasi diketahui bisa menyediakan unsur hara dan dapat meningkatkan produksi tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi pupuk organik cair (POC) terhadap pertumbuhan dan serapan N dari Sorghum (*Sorghum bicolor*) dengan menggunakan teknik nuklir ^{15}N . Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari 2013 sampai dengan Mei 2013 di kebun percobaan PATIR BATAN, Jakarta Selatan. Perlakuan yang diberikan yaitu : P0 (tanpa POC) dan P1 (dengan POC) sedangkan parameter yang diukur adalah serapan Nitrogen (N) dan pertumbuhan tanaman Sorghum. Nilai kontribusi N pupuk organik cair ditentukan dengan teknik isotop ^{15}N dengan metode pengenceran. Analisis ^{15}N menunjukkan bahwa POC berkontribusi 6,14% dari total serapan N dalam batang Sorghum, dan 1,1% dari total serapan N dalam daun sorgum ketika dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair tidak memberikan perbedaan terhadap tinggi tanaman, panjang daun, dan berat kering sorgum ketika dibandingkan dengan kontrol.

Kata Kunci : Pupuk Organik Cair, Sorghum, Nitrogen, ^{15}N

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan salah satu tanaman C4 yang termasuk tanaman pangan penting ke 5 di dunia (1). Kelebihan Sorghum adalah dapat tumbuh lebih baik daripada jagung dalam kondisi kering, selain itu sorgum memiliki 71-118 g / kg protein kasar dengan koefisien cerna kisaran 0,69-0,84. Oleh karena itu, sorgum berpotensi sumber energi yang menarik untuk ternak dan industri unggas (Bryden *et al.*, 2009). Diketahui pula bahwa Sorghum dapat dipilih sebagai salah satu tanaman yang dapat menghasilkan pangan, energi, dan keperluan industri lainnya (Sirappa, 2003). Namun pada kenyataannya produksi sorgum masih rendah, Swick (2011) menyebutkan bahwa produksi sorgum global pada tahun 2011 hanya 63 juta ton. Hal ini tentu sangat jauh bila dibandingkan dengan produksi global tanaman pangan lainnya seperti padi yang mencapai 720 juta ton pada tahun yang sama (FAO, 2011).

Sama seperti halnya produksi global, produksi sorgum Indonesia masih sangat rendah bahkan secara umum produk sorgum belum tersedia di masyarakat. Pada tahun 1989 Indonesia mampu mengekspor sorgum 454,500 kg senilai US \$ 48,269, akan tetapi nilai ini setiap tahunnya selalu menurun bahkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia harus mengimpor dari negara lain (Dirjen Pangan, 2001). Keadaan ini disebabkan oleh ketersediaan benih unggul yang terbatas dan teknik budidaya yang

belum memadai. Keberhasilan suatu program budidaya pertanian sangat ditentukan oleh keunggulan benih yang tersedia bagi petani disamping penggunaan teknologi budidaya dan pemupukan sebagai sumber nutrisi yang baik. Pemberian pupuk terhadap tanaman mutlak diperlukan untuk menggantikan unsur hara yang terangkut oleh tanaman, apalagi jika tanah yang digunakan untuk budidaya tanaman memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Mahalnya harga pupuk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kualitas lingkungan menjadi dasar pencarian sumber nutrisi tanaman yang lain yang berbasis organik, salah satunya dengan menggunakan pupuk organik.

Dalam Permentan No.2/Pert/Hk.060/2/2006, tentang pupuk organik dan pembenah tanah, dikemukakan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Simanungkalit dan Suriadikarta, 2006). Hasil penelitian Nasaruddin dan Rosmawati (2011) menyebutkan bahwa pemberian pupuk daun organik dari hasil fermentasi daun gamal batang pisang dan sabuk kelapa menghasilkan respon pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik. Perlakuan 15 sampai 30 ml l⁻¹ pohon⁻¹ memberikan pengaruh terbaik di banding perlakuan lainnya. Hasil penelitian Mayasari dkk (2012) menunjukkan adanya pengaruh pemberian pupuk organik cair yang paling baik terhadap kualitas hijauan gamal (*G. sepium*) yaitu pada perlakuan T2 (3% POC) yang memiliki nilai kualitas paling tinggi dari perlakuan T0, T1 dan T3. Nilai kadar protein dan serat kasar perlakuan T2 adalah 19,64% dan 42,29%.

Pupuk organik cair merupakan pupuk organik yang berbentuk cairan atau larutan yang mengandung unsur hara tertentu yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Bahan baku pupuk cair dapat berasal dari berbagai macam bahan organik yang disesuaikan dengan kondisi setempat. Karena berbentuk cair maka cara penggunaan pupuk cair dapat disiramkan atau disemprotkan pada bagian tanaman. Secara kualitatif, kandungan unsur hara yang ada dalam pupuk organik tidak dapat lebih tinggi daripada pupuk anorganik atau pupuk kimia, namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian pupuk organik cair pada tanaman mampu meningkatkan produksi tanaman melalui aktivasi mikroorganisme yang terkandung didalamnya maupun yang ada di lingkungan.

Penggunaan ¹⁵N sebagai perunut merupakan metode yang efektif untuk diterapkan pada riset-riset baik dibidang pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, hortikultura, biologi dan ekologi. Percobaan tersebut dapat menentukan laju relatif dan *partitioning* dari

penambahan ^{15}N , serta memberikan gambaran estimasi kualitatif dari laju reaksi yang terdapat pada transformasi N. Metode pengenceran ^{15}N dianggap sebagai estimasi yang paling akurat untuk jumlah N berasal dari fiksasi N_2 , N dari pupuk, dan N berasal tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan kontribusi pupuk organik cair terhadap serapan N yang ditentukan dengan teknik isotop ^{15}N sehingga dapat diketahui sumbangan atau kontribusi dari POC terhadap serapan N total tanaman sorgum. Selain itu diukur juga pengaruh POC terhadap pertumbuhan tanaman sorgum.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan di Rumah Kaca Kebun Percobaan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2013 – Mei 2013. Analisis pupuk cair dan pengukuran biomassa dilakukan di Laboratorium Pemupukan dan Nutrisi Tanaman, PATIR BATAN. Contoh tanah yang digunakan pada pot percobaan berasal dari kebun percobaan PATIR BATAN yang diambil pada kedalaman 5 – 20 cm. Varietas Sorgum yang digunakan adalah Samurai I yang merupakan hasil mutasi radiasi BATAN. Pupuk Organik Cair (POC) dibuat dari hasil fermentasi buah maja. Buah maja dicacah dan dihaluskan kemudian diberi larutan gula, terigu, dan diaduk secara merata kemudian dimasukkan ke dalam botol fermentor yang ditempatkan dalam ruang gelap. Ke dalam larutan diinokulasikan khamir *Sacharomyces cerevisiae* dan dalam waktu satu bulan larutan POC setelah disaring sudah dapat digunakan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca digital, labu destilasi, perangkat destilasi, buret, pipa kapiler Ø 2 mm panjang 8 mm, tabung Pyrex Ø 4 mm panjang 20 cm, NOI-6PC untuk analisis ^{15}N , serta alat-alat untuk produksi pertanian. Bahan yang digunakan meliputi H_2SO_4 pekat, Selenium mixture, NaOH 45%, HCl 0.1 N, Indicator Methylene Blue, CaO, CuO.

Perlakuan yang diberikan meliputi A=tanpa pemberian POC dan B=dengan pemberian POC pada tanaman Sorgum diulang 4 kali sehingga total keseluruhan pot percobaan adalah 8 pot. Metode tidak langsung pengenceran (Sisworo *et al.*, 2006) digunakan dalam percobaan ini untuk menentukan sumbangan N dari POC. Sebelum tanam tanah pada pot percobaan diberikan pupuk bertanda ^{15}N dalam bentuk Amonium sulfat bertanda dengan atom eksen 10 % dengan jumlah 10 mg/kg pot (dan diaduk secara rata dengan tanah yang akan digunakan untuk percobaan. Tiap pot percobaan ditanam masing-masing 2 tanaman untuk masing-masing perlakuan. Pupuk organik cair diberikan sesuai perlakuan dengan dosis 10 ml pada masing-masing pot percobaan pada saat

penanaman. Variabel yang diamati adalah kadar N tanaman yang ditetapkan masing-masing dengan metode Kjeldahl (Sulaeman dkk., 2005) dan pertumbuhan tanaman. Seluruh tanaman yang dikeringkan, dan setelah berat kering diukur, sampel tanaman ditumbuk sehingga menjadi halus, dan konsentrasi N ditentukan dengan metode Kjeldahl. Larutan hasil Kjeldahl diuapkan sampai terdapat volume 1-3 μgN , kemudian sampel dimasukkan ke dalam pipa kapiler \varnothing 2mm dengan panjang 8 mm. Pipa kapiler yang telah berisi larutan sampel dimasukkan ke tabung Pyrex 4 mm dengan panjang 20 cm dan diberi CuO dan CaO. Tabung kemudian divakum dengan alat vakum sampai tekanan dalam tabung mencapai 10^{-3} Torr (mg Hg), tabung kemudian dipotong dengan burner yang menggunakan gas oxygen. Tabung dibungkus aluminium foil dan dipanaskan dalam furnace dengan suhu 560°C selama 4 jam. Pengukuran ^{15}N dilakukan dengan alat NOI-6PC N analyzer emission spectrometry (FNCA, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Pupuk Organik Cair dan Status Hara Tanah Sebelum Diberi Perlakuan

Hasil analisis pupuk organik cair pada tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan beberapa unsur hara makro seperti kadar Nitrogen (N), kadar P_2O_5 dan kadar C-Organik yang terkandung didalam POC masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan yang dipersyaratkan oleh Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah. Dalam peraturan tersebut dilampirkan bahwa syarat minimum pupuk organik cair harus mengandung minimal unsur makro Nitrogen dan P_2O_5 minimal 3-6%, sedangkan untuk C-organik minimal 6%.

Tabel 1. Kandungan Hara Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi dari Bahan Organik

Unsur hara	Kandungan	Metode Test*
pH	4,94	pH H_2O
Kadar Nitrogen (N)	0,40%	Kjeldahl distilatation
Kadar P_2O_5	0,49%	Spectrophotometric
Kadar C-Organik	2,95%	Spectrophotometric

Kandungan nutrisi POC dihitung berdasarkan hasil analisis yang dilakukan di laboratorium kelompok pemupukan dan nutrisi tanaman.

Percobaan perlakuan pupuk organik cair pada tanaman sorghum ini menggunakan tanah di lahan percobaan PATIR-BATAN Pasar Jumat, Cilandak, Jakarta Selatan dengan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Besar Penelitian Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Unsur Hara Tanah Sebelum Percobaan

Analisis	Kandungan	Harkat
Tekstur:		
- Pasir %	7	-
- Debu %	14	-
- Liat %	79	-
- Kelas	-	Liat
pH : H ₂ O	5,7	Agak Masam
C-organik (%)	1,31	Rendah
N-Total (%)	0,11	Rendah
Nisbah C/N	12	Sedang
P-Olsen (mg kg ⁻¹)	22	Rendah
K (me/100g)	0,14	Rendah
Na (me/100g)	0,23	Rendah
Ca (me/100g)	10,50	Sedang
Mg (me/100g)	2,11	Tinggi
KTK (me/100g)	8,93	Rendah

* Berdasarkan hasil analisis Laboratorium Tanah BBSDLP.

Berdasarkan hasil analisis tanah pada Tabel 2. maka tanah di lokasi penelitian yang digunakan mempunyai tekstur tanah liat dengan pH agak masam. Kandungan C-organik, N-total, P-tersedia, K, Na, dan KTK yang rendah. Sedangkan nisbah C/N sedang dan Mg yang Tinggi. Dari kriteria tanah tersebut diatas maka tanah yang berasal dari lokasi penelitian mempunyai tingkat kesuburan yang tergolong rendah.

Serapan N tanaman dan Kontribusi POC

Hasil analisis serapan N pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan N pada batang tanaman sorgum bila dibandingkan dengan kontrol. Namun hasil analisis dengan teknik ¹⁵N menunjukkan bahwa POC memiliki kontribusi dalam menyumbang serapan N pada batang sorgum. Dalam batang tanaman sorgum kontribusi yang diberikan POC mencapai 6.14% dari keseluruhan serapan N pada batang atau 0.12 gN/2 tanaman sedangkan N sisanya sebesar 89.5% berasal dari tanah.

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk organik cair pada batang tanaman sorgum terhadap serapan N, % ¹⁵N, Kontribusi POC, N-berasal dari pupuk POC dan N-berasal dari tanah

Perlakuan	Serapan N pada batang (gN/2 tanaman)	% e.a Urea N ¹⁵	e.a. % N ¹⁵	%N ¹⁵	Kontribusi POC terhadap Serapan N Tanaman (%)	N-berasal dari POC (gN/2 tanaman)	N-berasal dari tanah (gN/2 tanaman)
Sorgum Kontrol	1.87 a	10	0.46 4	4.64	-	-	1.87
Sorgum + POC	1.89 a	10	0.43 5	4.35	6.14	0.12	1.69

Ket: untuk serapan N angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata m

Tanah memberikan sumbangan N lebih besar terhadap tanaman sorghum bila dibandingkan dengan POC diduga karena sumbangan nitrogen atmosfer yang memasuki sistem tanah lebih banyak melalui perantaraan jasad renik penambat N, hujan dan kilat (Poerwowidodo, 1993) dibandingkan dengan N yang disumbangkan oleh POC. Hal yang sama ditunjukkan pada serapan N pada daun tanaman yang ditunjukkan oleh Tabel 4. Pemberian POC pada tanaman tidak berpengaruh dalam meningkatkan serapan N pada daun tanaman sorghum, namun hasil analisis ¹⁵N menunjukkan bahwa POC mampu menyumbang terhadap serapan N pada daun.

Tabel 4. Pengaruh pemberian pupuk organik cair pada daun tanaman sorgum terhadap serapan N, % N-15, Kontribusi POC, N-berasal dari pupuk POC dan N-berasal dari tanah.

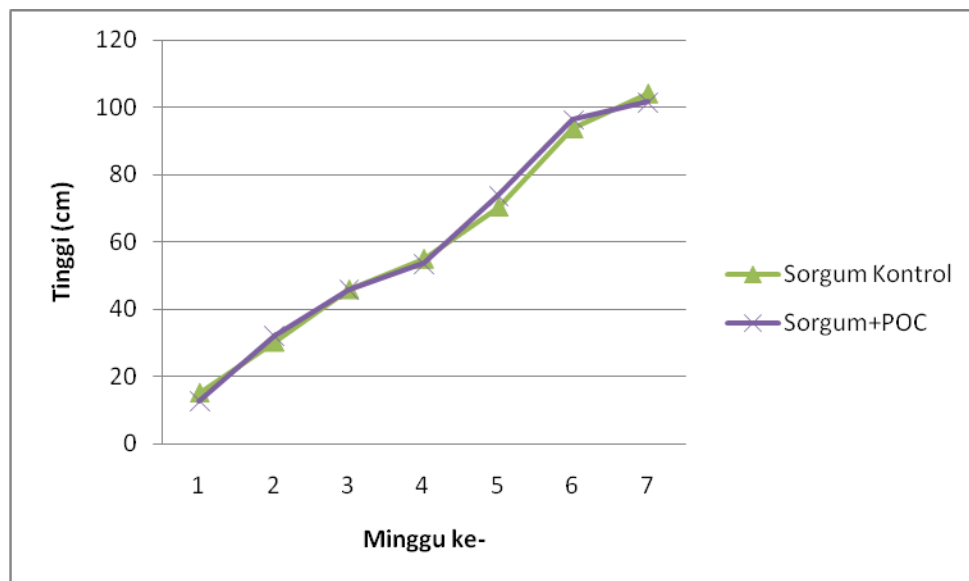
Perlakuan	Serapan N pada batang (gN/2 tanaman)	% e.a Urea N ¹⁵	e.a. % N ¹⁵	%N ¹⁵	Kontribusi POC terhadap Serapan N Tanaman (%)	N-berasal dari POC (gN/2 tanaman)	N-berasal dari tanah (gN/2 tanaman)
Sorghum Kontrol	0.086 a	10	0.45 5	4.55	-	-	0.086
Sorghum + POC	0.045 a	10	0.44 4	4.44	1.1	0.005	0.040

Hasil analisis pupuk organik cair memperlihatkan bahwa kandungan nitrogen yang dikandung didalamnya cukup rendah hanya sekitar 0.40% (Tabel 1.) atau lebih dari 115

kali lebih rendah dari pupuk urea (46% N). Analisis tanah juga memperlihatkan bahwa kandungan N total tanah hanya 0.11% atau dikategorikan sangat rendah (Tabel 2.). Analisis dengan ^{15}N memberikan informasi bahwa N berasal dari POC hanya berkontribusi 1.1% atau 0.005 gN/2 tanaman sedangkan sumbangan dari tanah mencapai 0.040 gN/2 tanaman. Adanya kontribusi dari tanah yang lebih tinggi diduga merupakan hasil penambatan N yang ada udara dari bakteri tanah pemfiksasi N udara yang berada di sekitar perakaran tanaman. Sejumlah kajian mengindikasikan bahwa *Azotobacter* merupakan rhizobakteri yang selalu terdapat di tanaman serealialia seperti jagung dan gandum (Abbass & Okon 1993a; Abbass & Okon 1993b; Hindersah *et al*, 2000; Hindersah *et al*, 2003a). Nursanti (2008) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemberian pupuk bioorganik cair mampu meningkatkan populasi mikroba yang bermanfaat dalam tanah yang akhirnya berperan dalam meningkatkan N dalam tanah melalui mekanisme fiksasi nitrogen.

Pertumbuhan Tanaman

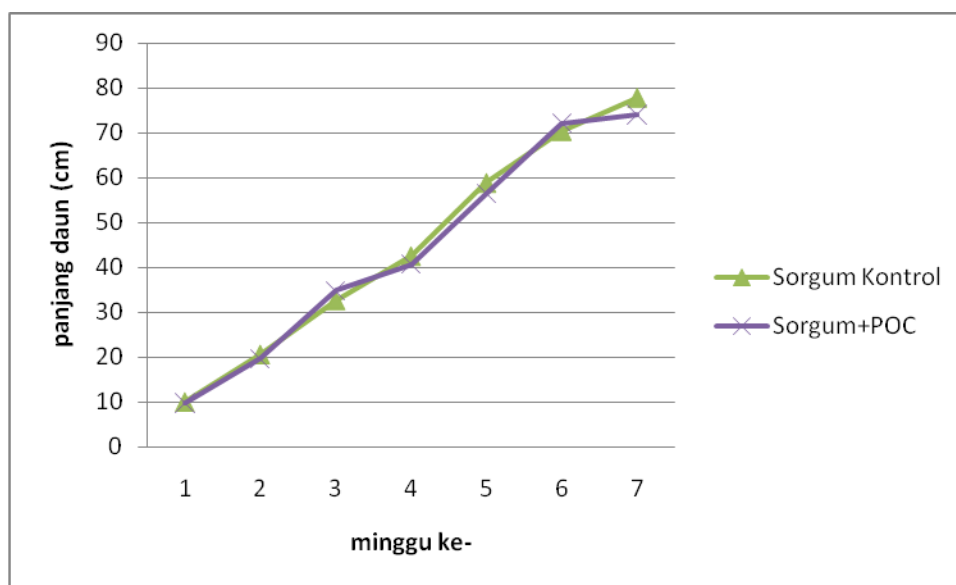
Tinggi Tanaman



Gambar 1. Grafik Tinggi Tanaman Akibat Pemberian Pupuk Organik Cair pada Tanaman Sorghum

Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair tidak memberikan efek positif terhadap tinggi tanaman sorgum pada akhir minggu ke 7. Meskipun hasil analisis ^{15}N menunjukkan bahwa sumbangan pupuk organik cair hanya 1.1% namun diduga

pupuk organik cair mampu meningkatkan aktivitas mikroba bermanfaat dalam tanah yang mampu meningkatkan serapan N yang berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan tanaman. Di dalam tanah, sumber nitrogen dapat berasal dari bahan organik, pupuk kandang, sisa tanaman yang terdekomposisi, fiksasi nitrogen biologis, air irigasi dan pupuk anorganik (Laegreid *et al*, 1999). Suplai nitrogen yang kurang dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, Nitrogen sangat berguna untuk merangsang pertumbuhan daun sedangkan fosfor dan kalium berfungsi untuk merangsang pematangan. Dengan kata lain, nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif sedangkan kalium dan fosfor sangat diperlukan untuk pertumbuhan generatif (Parnata, 2004; Lingga dan Marsono, 2006).



Gambar 2. Grafik Panjang Daun akibat Pemberian Pupuk Organik Cair pada Tanaman Sorghum.

Tabel 5. Pengaruh pemberian pupuk organik cair pada daun tanaman sorgum terhadap serapan N, % N-15, Kontribusi POC, N-berasal dari pupuk POC dan N-berasal dari tanah.

Perlakuan	Berat Kering Tanaman Sorghum
Sorghum kontrol	5,975 a
Sorghum + POC	5,175 a

Keterangan : Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P = 0,05$).

Hasil berat kering tanaman sorgum pada tabel 5 memperlihatkan bahwa pemberian pupuk organik cair tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap berat kering tanaman. Tidak berpengaruhnya POC terhadap berat kering tanaman diduga

karena pasokan unsur hara dari POC belum mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sarief (1986) menyatakan bahwa tersedianya unsur hara yang cukup pada saat pertumbuhan menyebabkan aktivitas metabolisme tanaman akan lebih aktif sehingga proses pemanjangan dan diferensiasi sel akan lebih baik yang akhirnya dapat mendorong peningkatan bobot buah.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair tidak memberikan perbedaan terhadap tinggi tanaman dan panjang daun pada tanaman sorgum bila dibandingkan dengan tanpa pemberian POC (kontrol). Pemberian POC juga tidak memberikan pengaruh terhadap berat kering tanaman sorgum. Hasil analisis ¹⁵N menunjukkan bahwa POC hanya berkontribusi 6.14% pada batang tanaman sorgum dan 1.1% pada daun tanaman sorgum terhadap total serapan N bila dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa POC.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbass, Z. & Okon, Y. 1993a. Physiological properties of *Azotobacter paspali* in culture and the rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.* 8: 1061-1073.
- Abbass, Z. & Okon, Y. 1993b. Plant growth promotion by *Azotobacter paspali* in the rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.* 8:1075-1083.
- Bryden, W.L., Selle, P.H., Cadogan, D.J., Liu, X., Muller, N.D., Jordan, D.R., Gidley, M.J., Hamilton, W.D., 2009. *A Review of the Nutritive Value of Sorghum for Broilers*. RIRDC Publication No. 09/007, Rural Industries Research and Development Corporation, Barton, ACT.
- Direktorat Jendral Produksi Tanaman Pangan. 2001. Penyusunan Hasil Pengumpulan Data Base Tanaman Sorghum. Jakarta.
- Doggett H. 1988. *Sorghum*, edn 2. New York: John Wiley.
- FAO. 2011. *FAO Rice Market Monitor*. Vol. XIV – Issue No. 4. FAO.
- FNCA Project Group, 2006. Biofertilizer manual. Published by Japan Atomic Industrial Forum. Tokyo. Japan.
- Hindersah, R., Arief, D.H. & Sumarni, Y. 2000. Kontribusi hormonal *Azotobacter chroococcum* pada pertumbuhan kecambah jagung sistem kultur cair. *Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Pertanian*.
- Hindersah, R., Kalay, A.M. & Setiani Muntalif, B. 2003. Pemanfaatan lumpur instalasi pengolahan limbah domestik: Studi pendahuluan terhadap pertumbuhan vegetatif jagung manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*) dan mikroba tanah. Makalah disampaikan pada *Seminar Persatuan Mikrobiologi Indonesia*, 29-30 Agustus 2003 di Bandung.
- Laegreid, M., Bockman, O.C., & Kaarstad, O. 1999. *Agriculture, Fertilizers and the Environment*. Norsk Hydro ASA: CABI Publishing.
- Lingga, P dan Marsono. 2006. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Mayasari D., E. D. Purbajanti dan Sutarno. 2012. Kualitas Hijauan Gamal (*Gliricidia sepium*) yang Diberi Pupuk Organik Cair (POC) dengan Dosis yang Berbeda. *Animal Agriculture Journal*, Vol. 1. No. 2, p 293-301.
- Nasaruddin dan Rosmawati. 2011. Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Hasil Fermentasi Daun Gamal, Batang Pisang, dan Sabut Kelapa Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Agrisistem*. Juni, Vol. 7 No.1 : 29-37.
- Nursanti. 2008. Pemanfaat Pupuk Bio-Organik Terhadap Beberapa Sifat Kimia Ultisol dan Populasi Mikroba Rhizosfer Serta Hasil Cabai (*Capsicum Annum L.*). *Jurnal Agronomi* Vol.12 No. 2. P 28-33.
- Parnata, A.S. 2004. Pupuk Organik Cair, Aplikasi dan Manfaatnya. Jakarta: Agromedia Pustaka,
- Poerwowidodo. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Bandung: Angkasa.
- Sarief, E.S. 1985. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
- Simanungkalit R.D.M., D.A. Suriardikarta D. A., Rasti Saraswati, Diah Setyorini, dan Wiwik Hartati,. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Sirappa M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian* Vol.22 (4).
- Sisworo, E.L., K. Idris, A. Citraresmini, dan I. Sugoro. 2006. Teknik Nuklir untuk Penelitian Hubungan Tanah-Tanaman, Perhitungan dan Interpretasi Data. BATAN. Jakarta.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Swick, R.A., 2011. Global feed supply and demand. In: Recent Advances in Animal Nutrition Australia. University of New England, Armidale, Australia, 18.