

RESPONS PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG TANAH PADA BERBAGAI KOMBINASI PUPUK KANDANG DAN ANORGANIK DI LAHAN MASAM

Sutrisno, Suryantini, dan Henny Kuntiyastuti

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101
e-mail: sutrisnoharun@litbang.pertanian.go.id

ABSTRAK

Kegiatan produksi tanaman pangan tidak hanya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan pangan tetapi juga untuk pakan, bahan energi dan ramah terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi pupuk kandang dan anorganik untuk menghasilkan biomas dan hasil tinggi dari tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada lahan kering masam podsolik merah kuning. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli–Oktober 2014 di rumah kaca Balitkabi. Penelitian terdiri atas 12 kombinasi perlakuan pupuk kandang dan anorganik dengan tiga ulangan. Setiap perlakuan terdiri atas dua polibag dengan dua tanaman per polibag. Komponen pertumbuhan yang diamati pada umur 45 hari setelah tanam adalah tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah bintil. Komponen hasil yang diamati pada saat panen adalah tinggi tanaman, panjang akar, jumlah cabang, bobot kering brangkasan batang dan akar, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot kering polong, bobot kering biji, dan jumlah biji per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi perlakuan pupuk kandang dan anorganik memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan jika keduanya diaplikasikan secara sendiri-sendiri. Hasil tertinggi bobot biji kering diperoleh pada kombinasi pupuk kandang 1.500 kg/ha+NPK 150 kg/ha+pelarut P atau pupuk kandang 3.000 kg/ha+NPK 150 kg/ha. Bobot brangkasan tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan pupuk kandang 3.000 kg/ha+NPK 150 kg/ha+pelarut P.

Kata kunci: kacang tanah, *Arachis hypogaea*, pupuk kandang, anorganik, bakteri pelarut fosfat

ABSTRACT

Growth response and yield of peanut at some of manure and inorganic fertilizer combination in acid soil. Recently, crop cultivation is not only for food but also for feed, energy and environmental friendly. This study aimed to obtain the optimum organic and inorganic fertilizer combination treatments to get high pod yield and biomass of peanut. This study was conducted in glasshouse of ILETRI from July to October 2014. The study consisted of twelve organic and inorganic fertilizer treatments i.e. control, phosphate solubilizing microorganisms (PSM), manure, and NPK fertilizer treatment with three replicates. Every treatment consisted of two pots with two plants per pot. As parameters were plant height, root length, number of nodules, stems and root dry weight, number of pods, number of empty pods, pod dry weight, grain weight, and number of grains per plant. The results showed that organic and inorganic fertilizer combination treatments gave the highest yield than solely organic and inorganic fertilizer treatments. The highest yield of grain dry weight was achieved at organic fertilizers of 1,500 kg/ha+NPK 150 kg/ha+PSM. The highest biomass dry weight was achieved at organic fertilizers of 3,000 kg/ha+NPK 150 kg/ha+PSM.

Keywords: peanut, organic fertilizer, inorganic fertilizer, phosphate solubilizing microorganism

PENDAHULUAN

Kerawanan pangan, energi, dan kelestarian lingkungan menjadi masalah penting yang dihadapi sebagian besar negara di dunia saat ini. Oleh karena itu, upaya peningkatan produksi tanaman pangan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan pangan tetapi juga untuk pakan dan bahan baku energi ramah lingkungan tanpa mengurangi ketersediaan pangan. Kegiatan ini dapat ditempuh dengan cara memaksimalkan pemanfaatan semua komponen tanaman, misalnya biji untuk bahan pangan, kulit biji atau batang untuk bahan baku briket, dan daun tanaman untuk pakan. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan tersebut adalah kacang tanah.

Budidaya kacang tanah di Indonesia umumnya setelah panen padi di lahan sawah atau pada lahan marjinal yang tidak dapat ditanami padi. Masalah penting yang terjadi pada lahan marjinal adalah laju pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman sangat rendah akibat ketersediaan unsur hara yang rendah. Kondisi ini memerlukan teknologi budidaya yang mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan hasil kacang tanah.

Teknologi pemupukan, baik dengan pupuk kandang maupun pupuk anorganik, menjadi alternatif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Pemberian pupuk anorganik pada kacang tanah dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Akan tetapi, aplikasi pupuk anorganik secara terus menerus menyebabkan ketergantungan serta dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah. Akibatnya, setiap tahun aplikasi dosis pupuk anorganik harus ditingkatkan agar tanaman tumbuh subur dan hasil tetap tinggi. Di sisi lain, aplikasi pupuk kandang umumnya membutuhkan jumlah yang banyak (Kumaret al. 2013) dan membutuhkan waktu beberapa musim untuk mengembalikan kesuburan tanah agar mampu memberikan hasil tinggi (Srinivasarao et al. 2013). Kondisi ini menyebabkan petani enggan menggunakan pupuk kandang secara total.

Aplikasi pupuk kandang bersama dengan pupuk anorganik mungkin menjadi cara paling bijak dalam mempertahankan hasil tanaman tetap tinggi dan perbaikan kesuburan lahan. Penelitian di India menunjukkan kombinasi pupuk kandang dan anorganik mampu meningkatkan hasil tanaman (Kamalakkannan dan Ravichandran 2014b) dan memperbaiki kesuburan tanah berupa ketersediaan nitrogen, fosfor dan kalium pada semua periode pertumbuhan kacang tanah. Kamalakkannan dan Ravichandran (2014) juga menyebutkan bahwa kombinasi pupuk kandang dan anorganik mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif maksimal. Meskipun begitu, kombinasi pemupukan terbaik antara pupuk kandang dan anorganik dapat berbeda-beda, sesuai dengan kondisi tanah dan tanaman yang dibudidayakan. Hal ini terkait dengan ketersediaan hara dalam tanah dan kebutuhan unsur hara tanaman yang dibudidayakan. Srinivasarao et al. (2012) menyebutkan kombinasi pupuk kandang 10 t/ha dan pupuk NPK dengan perbandingan 25:21.8:20.7 kg/ha meningkatkan hasil kacang tanah secara maksimal sedangkan kombinasi terbaik pupuk kandang dan anorganik untuk tanaman jawawut adalah pupuk kandang 10 t/ha dan pupuk NPK dengan perbandingan 50:21.8:20,7kg/ha. Fakta ini menunjukkan bahwa kombinasi pemupukan memang berbeda-beda pada setiap tanaman maupun kondisi lahan.

Informasi tentang kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada lahan kering masam tanah PMK belum banyak dipublikasikan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi terbaik antara pupuk kandang dan pupuk anorganik untuk memperoleh pertumbuhan dan hasil maksimal tanaman kacang tanah di lahan kering masam PMK.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi Malang pada bulan Juli hingga Oktober 2014. Penelitian menggunakan tanah lahan kering masam dari provinsi Banten. Penelitian menggunakan media polibag dengan volume 8 kg tanah/polibag. Perlakuan terdiri atas 12 kombinasi, yaitu: (1) tanpa perlakuan, (2) bakteri pelarut fosfat (P), (3) dosis pupuk NPK (15:15:15) 150 kg/ha, (4) 300 kg/ha, (5) pupuk kandang 1.500 kg/ha, (6) 3.000 kg/ha, (7) pelarut P+150 kg/ha, (8) dosis bakteri pelarut P+pupuk kandang 1.500 kg/ha, (9) pupuk NPK 150 kg/ha +pupuk kandang 1.500 kg/ha, (10) pupuk NPK 150 kg/ha +pupuk kandang 1.500 kg/ha+dosis bakteri pelarut P, (11) pupuk NPK 150 kg/ha +pupuk kandang 3.000 kg/ha, (12) pupuk NPK 150 kg/ha +pupuk kandang 3.000 kg/ha. Setiap perlakuan terdiri atas dua polibag dengan dua tanaman per polibag.

Komponen pertumbuhan yang diamati pada umur 45 hari setelah tanam (hst) adalah tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah bintil akar. Pada saat panen, komponen yang diamati adalah tinggi tanaman, panjang akar, jumlah cabang, bobot kering brangkas batang dan akar, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot kering polong, bobot biji kering, dan jumlah biji per tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada fase vegetatif (45 hst) tampak bahwa semua kombinasi perlakuan pupuk tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah, baik berupa tinggi tanaman maupun panjang akar. Pemberian kombinasi pemupukan juga tidak mempengaruhi jumlah bintil akar (Tabel 1).

Tabel 1. Komponen pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah (45 hst) pada berbagai dosis pupuk kandang dan pupuk anorganik, Malang 2014.

Perlakuan	Tinggi tanaman	Panjang akar*	Jumlah bintil akar*
Kontrol	16,6 a	3,09 a	20,8 a
Bakteri pelarut P	16,2 a	3,18 a	12,3 a
150 kg/ha NPK 15:15:15	15,0 a	3,35 a	23,8 a
300 kg/ha NPK 15:15:15	17,5 a	3,34 a	22,7 a
1500 kg/ha PK	17,2 a	3,11 a	41,2 a
3000 PK	16,6 a	3,39 a	36,3 a
pelarut P, 150 NPK 15:15:15	16,9 a	3,11 a	23,0 a
pelarut P, 1500 PK	18,9 a	3,24 a	57,3 a
1500 PK, 150 NPK 15:15:15	14,5 a	3,04 a	27,0 a
1500 PK, 150 NPK 15:15:15, Pelarut P	18,0 a	3,35 a	43,5 a
150 NPK 15:15:15, 3000 PK	17,2 a	3,38 a	29,5 a
1500 NPK 15:15:15, 3000 PK, Pelarut P	19,5 a	3,39 a	42,0 a
Rerata	17,01	3,25	3,30
KK	10,63	8,99	16,95

Ket: *) transformasi log (x); Nilai yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda berdasarkan uji BNT pada α 0,05.

Kombinasi perlakuan pupuk dapat meningkatkan jumlah cabang, bobot kering batang dan akar (Tabel 2). Pemberian bakteri P mampu meningkatkan bobot kering batang dan akar berturut-turut 11,45% dan 25%, lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan.

Meskipun begitu, peningkatan bobot kering batang dan akar pada perlakuan pelarut P masih lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang memperoleh perlakuan pupuk. Apabila bakteri pelarut P ditambahkan pada dosis pupuk NPK 150 kg/ha, bobot brangkasan meningkat 2% dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK.

Aplikasi pupuk kandang pada berbagai perlakuan kombinasi dosis pupuk menunjukkan hasil yang konsisten, yaitu meningkatkan komponen vegetatif tanaman kacang tanah. Pemberian pupuk kandang 1.500 kg/ha dan 3.000 kg/ha mampu menghasilkan bobot brangkasan lebih tinggi berturut-turut 2,25% dan 9% dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK 150 kg/ha, meskipun masih lebih rendah dibandingkan dengan dosis pupuk NPK 300 kg/ha. Aplikasi pupuk kandang 1.500 kg/ha atau 3.000 kg/ha yang dipadukan dengan pupuk NPK 150 kg/ha menghasilkan bobot brangkasan batang dan akar setara dengan pemberian pupuk NPK 300kg/ha dan meningkatkan pertumbuhan brangkasan batang berturut-turut 15% dan 24% dibandingkan dengan dosis pupuk NPK 150 kg/ha. Pemberian pupuk kandang 3.000 kg/ha+bakteri pelarut P dan pupuk NPK 150 kg/ha menghasilkan bobot brangkasan batang lebih tinggi dibandingkan dengan semua perlakuan pupuk.

Adanya peningkatan komponen vegetatif tanaman berupa bobot brangkasan pada kombinasi perlakuan pupuk kandang dan pupuk NPK menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang untuk mensubstitusi setengah dosis pupuk NPK menghasilkan pertumbuhan vegetatif tanaman lebih baik dibandingkan dengan tanpa pupuk kandang. Hal ini disebabkan oleh pupuk kandang menyediakan unsur hara lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk NPK. Hasil yang sama ditemukan pada penelitian blackgram bahwa kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik NPK mampu meningkatkan daya berkecambah, pertumbuhan tanaman dan hasil biji (Kannan and Ganesan 2011). Pupuk kandang juga mampu memperbaiki sifat fisik, biologi, maupun kimia tanah sehingga kondisi tanah menjadi lebih sesuai untuk pertumbuhan tanaman (Zhang *et al.* 2012; Chaudhry *et al.* 2012). Pemberian pupuk kandang dan pupuk NPK secara bersama dapat meningkatkan pH tanah, C organik, NPK total dan tersedia, dan meningkatkan jumlah bakteri gram negatif, dan PLFAs total (Zhong *et al.* 2010).

Data komponen hasil kacang tanah berupa polong isi, polong hampa, bobot polong, bobot biji dan jumlah biji pada berbagai perlakuan kombinasi pemupukan disajikan pada Tabel 3. Kombinasi perlakuan dosis pupuk dapat meningkatkan jumlah polong isi, bobot kering polong, bobot kering biji, dan bobot biji per tanaman, tetapi tidak mempengaruhi jumlah polong hampa. Aplikasi bakteri pelarut P dapat meningkatkan bobot kering polong dan bobot kering biji dibandingkan dengan control, tetapi tidak meningkatkan jumlah polong isi dan jumlah biji pertanaman. Meskipun begitu, pengaruh aplikasi bakteri pelarut P pada semua komponen tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan kombinasi perlakuan pupuk.

Pemberian pupuk kandang 1.500 kg/ha ditambah dengan NPK 150 kg/ha dengan atau tanpa bakteri pelarut P meningkatkan jumlah polong isi 5–23% sedangkan jika ditambah dengan pupuk kandang 3.000 kg/ha meningkatkan jumlah polong isi 26,8% hingga 31%, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah polong isi pada perlakuan dosis pupuk NPK 300 kg/ha. Aplikasi pupuk kandang tanpa pupuk NPK juga dapat meningkatkan jumlah polong isi 7,4% dan 11% dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK 150 kg/ha, tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK 300 kg/ha. Kombinasi pupuk kandang dan anorganik terbaik dicapai pada kombinasi pupuk kandang 3.000 kg/ha+NPK 150 kg/ha dengan polong isi yang dihasilkan 9 polong.

Tabel 2. Komponen pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah pada saat panen (90 hst) pada berbagai dosis pupuk kandang dan pupuk anorganik, Malang 2014.

Perlakuan	Tinggi tanaman	Panjang akar	Jumlah cabang	Bobot kering batang saat panen	Bobot kering akar saat panen
Kontrol	20,6 a	2,30 a	3,0 e	9,6 e	0,8 d
pelarut P	21,9 a	2,27 a	3,0 e	10,7 de	1,0 bcd
150 kg/ha NPK 15:15:15	20,5 a	2,32 a	4,2 abcd	13,3 cd	1,0 cd
300 kg/ha NPK 15:15:15	21,7 a	2,38 a	4,5 ab	16,4 ab	1,3 abc
1500 kg/ha PK	21,0 a	2,17 a	3,3 cde	13,6 bcd	1,3 abc
3000 PK	21,6 a	2,28 a	3,2 de	14,5 abc	1,2 abcd
pelarut P, 150 NPK 15:15:15	21,8 a	1,91 a	3,8 bcde	13,5 bcd	1,0 bcd
pelarut P, 1500 PK	19,9 a	2,19 a	4,5 ab	13,8 abcd	1,2 abc
1500 PK, 150 NPK 15:15:15	21,6 a	1,99 a	4,0 bcde	15,4 abc	1,4 ab
1500 PK, 150 NPK 15:15:15, Pelarut P	20,8 a	2,34 a	4,2 abcd	16,1 abc	1,5 a
150 NPK 15:15:15, 3000 PK	21,8 a	2,25 a	4,3 abc	16,5 ab	1,3 abc
150NPK 15:15:15, 3000 PK, Pelarut P	21,9 a	2,20 a	5,2 ab	16,8 a	1,1 abcd
Rerata	21,3	2,22	3,93	14,17	1,73
KK	7,5	13,38	17,21	13,12	19,33

Ket: *) transformasi log (x) Nilai yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda berdasarkan uji BNT pada α 0,05.

Tabel 3. Komponen hasil tanaman kacang tanah saat panen (90 hst) pada berbagai kombinasi dosis pupuk kandang dan pupuk anorganik, Malang 2014.

Perlakuan	Jumlah polong isi	Jumlah polong hampa**	Bobot polong kering	Bobot biji kering	Jumlah Biji per tanaman
kontrol	3,5 d	1,89 a	3,9 e	2,2 e	6,5 d
pelarut P	4,5 d	2,28 a	6,0 d	3,4 d	8,5 d
150 kg/ha NPK 15:15:15	6,7 c	2,59 a	8,5 c	5,8 bc	12,7 c
300 kg/ha NPK 15:15:15	8,0 abc	2,73 a	10,1 ab	6,8 abc	13,3 bc
1500 kg/ha PK	7,5 abc	2,83 a	9,3 bc	6,5 abc	13,7 bc
3000 PK	7,2 bc	2,50 a	10,0 ab	6,4 abc	14,0 abc
pelarut P, 150 NPK 15:15:15	6,7 c	2,54 a	8,4 c	5,7 c	12,2 c
pelarut P, 1500 PK	7,3 abc	2,95 a	9,7 abc	6,5 abc	12,8 bc
1500 PK, 150 NPK 15:15:15	7,0 bc	2,90 a	10,0 ab	6,7 abc	13,7 bc
1500 PK, 150 NPK 15:15:15, Pelarut P	8,3 ab	2,66 a	10,7 ab	7,1 a	15,0 ab
150 NPK 15:15:15, 3000 PK	8,8 a	2,79 a	10,7 ab	7,0 a	16,2 a
150 NPK 15:15:15, 3000 PK, Pelarut P	8,5 ab	3,65 a	10,8 a	6,9 ab	16,2 a
Rerata		2,69	9,01	5,91	12,89
KK		20,53	9,64	11,04	10,14

Ket : **) transformasi log(x)+0.5Nilai yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda berdasarkan uji BNT pada α 0,05.

Kombinasi pupuk kandang 1.500 kg/ha+NPK 150 kg/ha dengan atau tanpa bakteri pelarut P menghasilkan bobot polong kering lebih tinggi dibandingkan jika keduanya diaplikasikan sendiri-sendiri. Kombinasi perlakuan pupuk kandang 1.500 kg/ha+NPK 150 kg/ha menghasilkan polong kering setara dengan perlakuan pupuk NPK 300 kg/ha, pupuk kandang 3.000 kg/ha dengan atau tanpa pupuk NPK 150 kg/ha. Bobot polong kering paling tinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan pupuk kandang 3.000 kg/ha +NPK 150 kg/ha dan bakteri pelarut P dengan bobot 10,7 g/tanaman.

Aplikasi pupuk kandang 1.500 kg/ha menghasilkan jumlah biji lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK 150 kg/ha. Penambahan pupuk NPK 150 kg/ha atau pelarut P pada perlakuan pupuk kandang 1.500 kg/ha juga tidak meningkatkan jumlah biji per tanaman. Bahkan, jumlah biji pada perlakuan pupuk kandang 1.500 kg/ha setara dengan perlakuan pupuk NPK 300 kg/ha. Kombinasi terbaik yang menghasilkan jumlah biji tertinggi adalah pupuk kandang 3.000 kg/ha+NPK 150 kg/ha dengan atau tanpa pelarut P, yaitu 16 biji per tanaman.

Aplikasi pupuk kandang 1.500 kg/ha dengan atau tanpa NPK 150 kg/ha menghasilkan bobot kering biji setara dengan perlakuan pupuk NPK 300 kg/ha, pupuk kandang 3.000 kg/ha, dan pupuk kandang 1.500 kg/ha +pelarut P. Pada komponen ini, kombinasi perlakuan pupuk terbaik dicapai oleh kombinasi pupuk kandang 1.500 kg/ha+NPK 150 kg/ha dan pelarut P dengan bobot kering biji 7,1 g/tanaman.

KESIMPULAN

Penggunaan kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah yang lebih baik dibandingkan dengan aplikasi secara sendiri-sendiri. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik tidak tampak pada umur 45 hst sehingga pengukuran respons tanaman sebaiknya dilakukan pada saat panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhry, V., A. Rehman, A. Mishra, P. Chauhan, and C. Nautiyal. 2012. Changes in bacterial community structure of agricultural land due to long-term organic and chemical amendments. *Microbial Ecology* 64(2):450–460.
- Kamalakaran, P. and M. Ravichandran. 2014a. Effect of organic and inorganic sources of nutrients on availability of major and micronutrients at different growth stages of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in two texturally different soils. *Asian J. of Soil Sci.* 9(2):234–239.
- Kamalakaran, P. and M. Ravichandran. 2014b. Influence of organic and inorganic sources of nutrients on the nutrient uptake and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in two texturally different soils. *Asian Journal of Soil Science* 9(2):271–275.
- Kannan, M. and P. Ganesan. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on the productivity of Blackgram. *The Journal of Plant Science Research* 27(2):139–141.
- Kumar, Y., R. Saxena, K.C. Gupta, and V.D. Fageria. 2013. Yield and yield attributes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by organic practices in semi arid region. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology* 6(4):605–610.
- Srinivasarao, C., S. Kundu, B Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, G. Balaguravaiah, V.R. Manideep. 2013. Long-term effects of fertilization and manuring on groundnut yield and nutrient balance of Alfisols under rainfed farming in India. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 96(1):29–46.

- Srinivasarao, C., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, S. Kundu, K.P.R. Vittal, and G.N. Gajanan. 2012. Long-term effects of crop residues and fertility management on carbon sequestration and agronomic productivity of groundnut–finger millet rotation on an Alfisol in southern India. *International Journal of Agricultural Sustainability* 10(3):230–244.
- Zhang, Q.C., I.H. Shamsi, D.T. Xu, G.H. Wang, X.Y. Lin, G. Jilani, and A.N. Chaudhry. 2012. Chemical fertilizer and organic manure inputs in soil exhibit a vice versa pattern of microbial community structure. *Applied Soil Ecology* 57:1–8.
- Zhong, W., T. Gu, W. Wang, B. Zhang, X. Lin, Q. Huang, and W. Shen. 2010. The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity. *Plant and Soil* 326(1–2):511–522.