

VOLUME AIR SIRAMAN YANG EFEKTIF PADA BEBERAPA JENIS TANAH UNTUK PETUMBUHAN *Mucuna bracteata*

THE EFFECTIVE VOLUME OF WATER IN SEVERAL TYPES OF SOIL FOR THE GROWTH OF *Mucuna bracteata*

Pauliz Budi Hastuti ¹, Sri Manu Rohmiyati ², Ashabul Kahfi ³

^{1,2} Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian,

Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

³ Alumni Jurusan Agroteknologi, Fakultas

Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

* Korespondensi: pauliz@instiperjogja.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui volume air siraman yang efektif pada beberapa jenis tanah untuk pertumbuhan *Mucuna bracteata*. Penelitian ini dilakukan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP-2) Institut Pertanian Stiper yang terletak di Maguwoharjo, Sleman, DIY. Penelitian ini menggunakan percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor dan lima ulangan. Faktor pertama yaitu volume air siraman/hari/tanaman yang terdiri dari empat aras volume yaitu : 50 ml, 100 ml, 150 ml dan 200 ml. Faktor ke dua yaitu jenis tanah yang terdiri dari tiga jenis tanah yaitu : regosol, latosol dan grumusol. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of variance*) pada jenjang nyata 5%. Data yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan atau DMRT (*Duncan multiple range test*) pada jenjang nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada kombinasi yang baik antara volume air siraman dan jenis tanah terhadap pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata*. Volume air siraman 50 ml/tanaman sudah mencukupi untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata* yang baik. Tanaman *Mucuna bracteata* dapat tumbuh baik pada jenis tanah regosol, latosol, dan grumusol.

Kata kunci : volume, air, jenis tanah, *Mucuna bracteata*

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effective volume of water in several types of soil for the growth of *Mucuna bracteata*. This research was conducted at the Education and Research Garden (KP-2) of the Stiper Agricultural Institute located in Maguwoharjo, Sleman, DIY. This study uses factorial experiments arranged in Completely Randomized Design (CRD) consisting of two factors and five replications. The first factor was the volume of water spray/day/plant consisting of four volume levels, namely: 50 ml, 100 ml, 150 ml and 200 ml. The second factor was the type of soil consisting of three types of soil, namely : regosol, latosol and grumusol. The results of the research data were analyzed using variance (*Analysis of variance*) at a real level of 5%. Data that is

significantly different is continued with Duncan's multiple distance test or DMRT (Duncan multiple range test) at a real level of 5%. The results showed that there was no good combination of the volume of water and soil type on the growth of *Mucuna bracteata*. The volume of 50 ml / plant water was sufficient to produce good *Mucuna bracteata* plant growth. *Mucuna bracteata* plants can grow in regosol, latosol, and grumusol soil types.

Keywords: volume, water, soil type, *Mucuna bracteata*

PENDAHULUAN

Pada umumnya di perkebunan kelapa sawit sebelum bibit kelapa sawit ditanam atau selama masa tanaman belum menghasilkan (TBM) sebelum tajuk saling menutup di gawangan ditanami dengan tanaman kacang penutup tanah yang merambat atau leguminosae cover crops (LCC). Penanaman LCC dapat menekan pertumbuhan gulma yang merugikan bagi tanaman kelapa sawit seperti *Imperata cylindrica*, *Mikania micrantha*, pakisan, dan gulma lainnya sehingga dapat menghemat biaya perawatan tanaman kelapa sawit, khususnya pada masa tiga tahun pertama TBM. Selain itu pertumbuhan tanaman kacang yang cepat dan rapat selain dapat mengurangi resiko erosi tanah, juga meningkatkan cadangan air di dalam tanah yang akan mencukupi kebutuhan air bagi tanaman sawit selama di TBM. LCC juga memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah dengan memberikan bahan organik, mempercepat dekomposisi (pelapukan) batang-batang kayu hasil land clearing dengan terciptanya lingkungan yang dingin dan lembab yang sesuai untuk aktivitas biologi, dan mengurangi serangan hama *Oryctes rhinoceros* dengan tertutupnya batang-batang kayu yang melapuk yang merupakan tempat berkembang biak hama tersebut.

Tanaman LCC yang telah digunakan sebagai penutup tanah di perkebunan kelapa sawit antara lain *Pueraria javanica*, *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens*, *Calopogonium caeruleum* dan *Calopogonium mucunoides* yang dikenal sebagai LCC konvensional. *Mucuna bracteata* merupakan LCC yang memiliki kelebihan dibandingkan LCC konvensional. Penggunaan *M. bracteata* bertujuan mengatasi beberapa kelemahan LCC konvensional yang tidak tahan terhadap kekeringan dan naungan serta kurangnya daya kompetisi LCC konvensional dengan pertumbuhan gulma (Othman *et al.*, 2012).

Tanaman *M. bracteata* merupakan salah satu tanaman kacang-kacangan dan telah ditanam secara luas sebagai penutup tanah di perkebunan kelapa sawit. *M. bracteata* merupakan kacang yang tumbuh dengan cepat, produksi biomassa tinggi, pesaing gulma yang efektif (menghasilkan senyawa allelopati yang relatif berspektrum luas bagi berbagai jenis gulma perkebunan), kemampuan memfiksasi N yang tinggi, dan tidak disukai oleh hama dan ternak (Ma'ruf *et al.*, 2017).

Penutupan areal secara sempurna dicapai saat memasuki tahun ke-2 dengan ketebalan vegetasi berkisar 40-100 cm dan biomassa berkisar antara 9-12 ton bobot kering ha⁻¹. Hara nitrogen pada tumbuhan kacang-kacangan sebanyak 66% berasal dari gas N₂ hasil simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Nilai nutrisi dalam jumlah serasah yang dihasilkan pada naungan sebanyak 8.7 ton (setara dengan 236 kg NPKMg dengan 75-83% N), dan pada daerah terbuka sebanyak 19.6 ton (setara dengan 513 kg NPKMg

dengan 75-83% N) (Subronto dan Harahap, 2002). Menurut Cheah et al., (2010) *M. bracteata* yang ditanam, 67% -84% N-nya berasal dari fiksasi-N. Temuan ini menegaskan bahwa *M. bracteata* memiliki potensi untuk digunakan sebagai pupuk hijau atau bahkan sebagai sumber N alternatif untuk N anorganik pada sistem tanam kelapa sawit.

Menurut Othman *et al.* (2012) persentase penutupan tanah oleh LCC konvensional yang merupakan campuran dari *P. javanica*, *C. pubescens* dan *C. caeruleum* pada umur 6 bulan setelah penanaman di lapangan (BSP) sebesar 80% kemudian pada umur 12 dan 24 BSP menurun menjadi 54.2% dan 55.4%. Persentase penutupan tanah oleh *M. bracteata* memiliki pola yang berbeda yaitu pada umur 6 BSP, persentase penutupan tanah sebesar 30.8% kemudian meningkat menjadi 57.9% dan 77.5% pada umur 12 dan 24 BSP.

Oleh karena manfaat tanaman kacang yang demikian besar itu, maka penanaman dan pemeliharaan kacang menjadi suatu kewajiban yang harus diperhatikan dengan serius untuk memastikan keberhasilan pembangunan kebun kelapa sawit. Media tanam merupakan faktor penting dalam keberhasilan pertumbuhan tanaman. Tanah yang baik sebagai media tanam adalah tanah yang banyak mengandung bahan organik dan unsur hara yang mampu menyediakan 3 kebutuhan pokok bagi tanaman yaitu air, unsur hara dan udara untuk respirasi akar. Di Indonesia jenis tanahnya bervariasi dengan sifat fisik dan kimia yang juga bervariasi, diantaranya yaitu tanah regosol, latosol, dan grumusol. *M. bracteata* merupakan salah satu tanaman LCC yang dikenal sebagai tanaman yang sangat toleran dan dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah (Siagian, 2003).

Tanah regosol didominasi oleh pasir, aerasinya baik sehingga proses respirasi akar lancar yang mendukung proses penyerapan hara secara aktif. Namun kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan air dan unsur hara rendah, karena luas permukaan jenis dan kapasitas pertukaran kationnya rendah. Tanah latosol dengan lapisan solum tanah yang tebal, reaksi tanah masam sampai agak masam akibat pelindian kation – kation basa oleh iklim yang kuat. Tekstur seluruh solum tanah ini umumnya lempung, sehingga kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan air cukup tinggi dan kapasitas pertukaran kationnya rendah sampai sedang. Namun aerasi dan drainasinya kurang bagus sampai sedang. Tanah grumusol didominasi oleh lempung montmorilonit yang sangat halus, sehingga sangat lekat dan liat, mengembang saat basah dan mengkerut saat kering, aerasi dan drainase tanah sangat buruk sehingga menghambat respirasi akar. Kemampuan menyimpan air sangat tinggi, tapi kemampuan menyediakan airnya rendah karena didominasi oleh pori mikro. Meskipun demikian, tanah ini mempunyai kapasitas pertukaran kation yang paling tinggi, sehingga kesuburan kimianya tinggi (Rohmiyati, 2010).

Pertumbuhan tanaman sangat tergantung pada ketersediaan air. Kehilangan atau kekurangan air menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, karena air dibutuhkan untuk proses – proses metabolisme di dalam tanaman antara lain fotosintesis, translokasi unsur hara dari akar ke daun, translokasi fotosintat dari daun ke seluruh organ – organ tanaman, dan menjaga tekanan turgor. Untuk mengatasi kekurangan air

tersebut maka perlu dilakukan pemberian air secara cukup melalui pengaturan jumlah atau volume tertentu. Pemberian air yang berlebihan juga menghambat pertumbuhan tanaman akibat kehadiran suasana reduksi di dalam tanah, sehingga selain menghambat kelancaran proses respirasi akar di dalam tanah juga membentuk senyawa – senyawa yang bersifat toksik. Salisbury dan Ross (1997) menyatakan bahwa ketersediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman sangat penting. Peranan air pada tanaman sebagai pelarut berbagai senyawa molekul organik (unsur hara) dari dalam tanah ke dalam tanaman, transportasi fotosintat dari sumber (*source*) ke limbung (*sink*), menjaga turgiditas sel diantaranya dalam pembesaran sel dan membukanya stomata, sebagai penyusun utama dari protoplasma serta pengatur suhu bagi tanaman. Apabila ketersediaan air tanah kurang bagi tanaman maka akibatnya pasokan air sebagai bahan baku fotosintesis, transportasi unsur hara ke daun akan terhambat sehingga akan berdampak pada produksi yang dihasilkan.

Keadaan air pada kapasitas lapangan menguntungkan karena adanya imbalan antara pori makro dan mikro, sehingga sebagian besar nutrisi dalam bentuk terlarut, dan permukaan akar memiliki luasan terbesar untuk menjalankan proses difusi ion dan aliran masa ion. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui volume air siraman yang efektif pada beberapa jenis tanah untuk pertumbuhan *M.bracteata*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP-2) Institut Pertanian Stiper yang terletak di Maguwoharjo, Sleman, DIY. Penelitian ini menggunakan percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor dan lima ulangan. Faktor pertama yaitu volume air siraman/hari/tanaman yang terdiri dari empat aras volume yaitu: 50 ml, 100 ml, 150 ml dan 200 ml. Faktor ke dua yaitu jenis tanah yang terdiri dari tiga jenis tanah yaitu : regosol, latosol dan grumusol. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of variance*) pada jenjang nyata 5%. Data yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan atau DMRT (*Duncan multiple range test*) pada jenjang nyata 5%.

Lahan tempat penelitian dibersihkan dari gulma-gulma dan permukaan tanah diratakan, kemudian dibuat pagar pembatas dari bambu. Media tanam berupa tanah regosol, latosol, dan grumusol lapisan tanah atas (top soil) sebelumnya diayak dengan ayakan 2 mm, kemudian dimasukkan ke dalam polybag yang berukuran (15 x 23 cm) sampai 1 cm dari bibir polybag, kemudian diberi label dan diatur letaknya sesuai dengan tata letak percobaan yang telah ditentukan dan disiram pada pagi dan sore hari. Benih direndam dengan air pada suhu 40-50 C selama 2 jam yang bertujuan untuk mematahkan dormansi. Benih langsung ditanam di polybag sebanyak 3 benih/polybag, setelah seminggu kemudian dipilih satu bibit yang pertumbuhannya baik. Air siraman berasal dari sumber air di KP-2, diberikan dengan menggunakan takaran sesuai dengan volume perlakuan. Volume air siraman diberikan 2 kali per hari setiap penyiraman dengan volume separuh jumlah volume perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pada Tabel 1. menunjukkan bahwa jumlah air siraman 50 ml, 100 ml, 150 ml, dan 200 ml memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan *Mucuna bracteata*. Hal ini berarti bahwa pemberian air dengan jumlah 50 ml sudah mencukupi kebutuhan tanaman *M. bracteata* untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman yang baik, sehingga peningkatan dosis menjadi 100, 150 200 ml tidak diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tanaman. Hal ini karena tanaman *M. bracteata* mampu beradaptasi pada berbagai kondisi stress terutama stress air, sehingga pada keadaan air tanah dengan penyiraman 50 ml sudah mampu tumbuh dengan baik.

Tabel 1. Pengaruh Volume air siraman terhadap pertumbuhan *Mucuna bracteata*

Parameter	Volume air siraman (ml)			
	50	100	150	200
Tinggi tanaman (cm)	194,80 p	203,93 p	199,53 p	181,07 p
Jumlah daun	35,80 p	37,60 p	35,93 p	37,07 p
Berat segar tajuk (g)	33,43 p	34,54 p	32,09 p	38,47 p
Berat kering tajuk (g)	6,23 p	6,71 p	5,93 p	7,00 p
Berat segar akar (g)	1,99 p	1,94 p	2,37 p	1,91 p
Berat kering akar (g)	0,59 p	0,60 p	0,60 p	0,54 p
Panjang akar (g)	34,33 p	34,33 p	34,87 p	34,52 p
Jumlah bintil akar	3,73 p	4,07 p	4,87 p	3,13 p

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada jenjang 5%.

Selain itu produksi biomassa tanaman *M. bracteata* yang sangat tinggi dan cepat juga menurunkan evaporasi tanah sehingga dapat meningkatkan kelembapan tanah, dengan demikian meskipun hanya dengan jumlah penyiraman 50 ml air saja, kandungan air dalam tanah sudah mencukupi untuk pertumbuhan tanaman. Ada kemungkinan juga waktu penelitian yang berada pada musim hujan menyebabkan tanaman tidak berada dalam kondisi cekaman, dikarenakan kondisi lahan yang lembab sehingga perlakuan jumlah air siraman memberikan pengaruh yang sama pada pertumbuhan *M. bracteata*.

Sesuai dengan pendapat Fitter dan Hay (1981) peran air dalam proses fisiologi tanaman, air merupakan bagian terbesar pembentuk jaringan dari semua makhluk hidup tak terkecuali tumbuhan. Antara 40%-60% dari berat segar pohon terdiri dari air. Fungsi air bagi tumbuhan sebagai penunjang jaringan – jaringan tumbuhan, tumbuhan memanfaatkan air sebagai alat untuk mengangkut materi disekitar tubuhnya. Nutrisi masuk melalui akar dan bergerak ke bagian tumbuhan lainnya sebagai substansi yang terlarut dalam air, demikian pula karbohidrat yang terbentuk di daun diangkut ke jaringan-jaringan lainnya yang tidak berfotosintesis dengan cara yang sama. Air juga berperan dalam pengaturan suhu tubuh tanaman, dalam proses yang terjadi pada tubuh

tumbuhan yakni yang berkaitan dengan pengangkutan, sebagai pelarut, bahan baku fotosintesis, proses hidrolisis dan reaksi-reaksi kimia lainnya dalam tumbuhan.

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis tanah memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan *M. bracteata* kecuali pada tinggi tanaman dan jumlah daun. Hal ini berarti *M. bracteata* dapat tumbuh dengan baik pada tanah regosol, latosol, maupun grumusol. Hasil yang tidak berpengaruh ini mengindikasikan bahwa nilai parameter pertumbuhan tanaman *M. bracteata* tidak dipengaruhi oleh faktor kelompok mineral tanah.

Masing-masing jenis tanah mempunyai kelebihan dan kelemahan yang masih dapat ditoleransi oleh tanaman *M. bracteata* sehingga memberikan pengaruh yang sama baiknya terhadap pertumbuhan tanaman *M. bracteata*. Tanah regosol yang digunakan adalah regosol halus, sehingga kesuburan tanah, baik struktur maupun kemampuan menahan air tidak terlalu rendah.

Tabel 2. Pengaruh jenis tanah terhadap pertumbuhan *Mucuna bracteata*

Parameter	Jenis tanah		
	regosol	latosol	grumusol
Tinggi tanaman (cm)	211,70 a	161,75 b	211,05 a
Jumlah daun	36,95 b	30,70 c	42,15 a
Berat segar tajuk (g)	36,56 a	24,45 a	42,89 a
Berat kering tajuk (g)	6,90 a	4,60 a	7,90 a
Berat segar akar (g)	2,13 a	1,85 a	2,18 a
Berat kering akar (g)	0,57 a	0,55 a	0,63 a
Panjang akar (g)	35,60 a	33,35 a	34,59 a
Jumlah bintil akar	4,30 a	3,35 a	4,20 a

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada jenjang 5%.

Tanah latosol merupakan tanah yang didominasi oleh lempung kaolinite, sehingga kemampuan menahan dan menyediakan air bagi tanaman cukup tinggi. Meskipun kesuburan kimianya rendah dengan pH rendah sehingga kemampuan menyediakan unsur hara juga rendah. Sedangkan tanah grumusol adalah tanah yang didominasi oleh lempung montmorilonite, dengan kemampuan menahan air yang tinggi tapi menyediakan airnya rendah, aerasi dan drainase tanahnya kurang baik, tapi kesuburan kimia yaitu pH, KPK dan tingkat kejenuhan basa yang tinggi.

Tanaman *Mucuna bracteata* adalah jenis tanaman yang dapat beradaptasi pada berbagai kondisi stress termasuk pada kondisi kesuburan dan kelembapan tanah yang rendah. *Mucuna bracteata* mempunyai keunggulan dibanding tanaman LCC yang lain yaitu produksi biomassa tinggi, tahan terhadap kekeringan dan naungan, tidak disukai ternak, cepat menutup tanah serta dapat berkompetisi dengan gulma. Menurut Sullivan

(2003) dari segi penutupannya pada permukaan tanah *M. bracteata* dapat membentuk jalinan tanaman yang sedemikian rapat sehingga permukaan tanah terlindung dari hampasan air hujan yang deras secara langsung dan melindungi tanah dari sinar matahari langsung serta dapat menstabilkan suhu tanah. Hal ini akan mencegah pemadatan tanah sehingga akar tanaman penutup tanah mengikat partikel – partikel tanah, sehingga tanah akan menjadi lebih gembur.

Produksi biomassa yang tinggi dari tanaman *M. bracteata* otomatis mampu menambahkan kandungan bahan organik tanah yang cukup tinggi, sehingga mampu memperbaiki kelemahan dari ke tiga jenis tanah tersebut yaitu kemampuan menahan dan menyediakan air menjadi lebih tinggi pada tanah regosol, meningkatkan kesuburan kimia tanah latosol dan grumusol termasuk ketersediaan unsur hara dan KPK tanahnya, memperbaiki sirkulasi udara (aerasi dan drainase tanah) sehingga meningkatkan kapasitas respirasi akar tanaman yang berdampak pada peningkatan kapasitas penyerapan unsur hara.

Sesuai dengan pendapat Sutanto (2002) bahwa bahan organik merupakan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman, bukan saja unsur hara esensial makro dan mikro tetapi juga pada unsur hara lain yang diperlukan oleh tanaman untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Bahan organik juga meningkatkan ketersediaan unsur hara, meningkatkan efisiensi pengambilan unsur hara, dan meningkatkan kapasitas pertukaran kation. Peran bahan organik dalam memperbaiki sifat biologi tanah dapat dilihat dalam proses meningkatkan populasi dan keragaman mikroba tanah dan makrobiota tanah. Bahan organik sangat berperan dalam meningkatkan keragaman mikroba tanah yang berguna dan juga meningkatkan keragaman mikroba tanah yang bersifat heterotof. Mikroba yang termasuk kelompok ini hanya akan berkembang bila bahan organik yang menjadi sumber karbon dan sumber energi bagi kehidupannya tersedia dalam jumlah yang cukup banyak di dalam tanah.

KESIMPULAN

Tidak ada kombinasi yang baik antara volume air siraman dan jenis tanah terhadap pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata*. Volume air siraman 50 ml/tanaman sudah mencukupi untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata* yang baik. Tanaman *Mucuna bracteata* dapat tumbuh baik pada jenis tanah regosol, latosol, dan grumusol.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheah, S.S., Zaharah, A.R. and Aminuddin, H. 2010. Biological Nitrogen Fixation by *Mucuna bracteata* under oil palm field environments. *Oil Palm Bulletin* 60 (May 2010) p. 22-27.
- Fitter. A. H., R. K. M. Hay,. 1981. *Environmental Physiology Of Plants* : diterjemahkan oleh Andani, Sri dan Purbayanti .E. D. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ma'ruf, A., C. Zulia dan Safruddin. 2017. *Legume Cover Crop di Perkebunan Kelapa Sawit*. Penerbit Forthisa Karya.

- Othman, H., F.A. Darus, Z. Hashim. 2012. Best management practices for oil palm cultivation on peat: *Mucuna bracteata* as ground cover crop. *Malaysian Palm Oil Board* 501:1-4.
- Rohmiyati, S. M. 2010. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Institut Pertanian Stiper. Yogyakarta.
- Salisbury, F.B dan Ross, C.W.1997. *Fisiologi tumbuhan*. Terjemahan Dian Rukmana dan Sumaryono. ITB. Bandung.
- Siagian, N. 2003. *Potensi dan Pemanfaatan Mucuna bracteata sebagai Penutup Tanah di Perkebunan Karet*. Balai Penelitian Karet Sungai Putih. Medan.
- Sullivan, P. 2003. Intercropping principles and production practices. In. ATTRA (Appropriate Technology Transfer for Rural Area). U.S. Departement of Agriculture.
- Subranto, dan I. Y. Harahap. 2002. Penggunaan kacang penutup tanah *Mucuna bracteata* pada pertanaman kelapa sawit. *Warta PPKS* vol 10 (1):1-6.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta.