

Pengaruh Vinase dan Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pak Choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) Hanelt)

The Effects of Vinasse and Different Types of Organic Fertilizers on The Growth and Yield of Pak Choy (Brassica rapa subsp. chinensis (L.) Hanelt)

Bella Vyatrisa¹⁾, Sri Muhartini^{2*)}, Sriyanto Waluyo²⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²⁾ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: srimuhartini@ugm.ac.id

ABSTRACT

Pak choy is a popular crop for a lot of people because it is easily cultivated, short-lived, and it has economic value. Its productivity can be improved by adding organic matters. Aside from providing benefits to crops, the continuous use of organic materials can establish an organic farming system. This research aimed to determine the effects of vinasse and different types of organic fertilizers as well as to obtain the correct combination of the two for the growth and yield of pak choy (Brassica rapa subsp. chinensis (L) Hanelt). It was conducted in November 2015-February 2016 in the agricultural land of the Center for Agricultural Training and Self-help Rural Area, i.e. the Organic Farming of Merapi (P4S TOM) in Balangan, Wukirsari, Cangkringan District, Sleman Regency, the Special Region of Yogyakarta. The experiment used the Randomized Complete Block Design (RCBD) that composed by two factors. The first factor was the quantity of vinasse that consisted of 3 levels: 0 l/ha (V0), 25.000 l/ha (V½), and 50.000 l/ha (V1). The second factor was the types of organic fertilizers that consisted of 4 levels: no organic fertilizer (P0), heart-leaved moonseed (P1), eggshell (P2), and catfish (P3). The combination of 50.000 l/ha of vinasse and without organic fertilizer was able to improve leaf surface area. The combination of 25.000 l/ha of vinasse with no organic fertilizer became the best combination in the pak choy growth and yield.

Keywords: pak choy, vinasse, organic fertilizer

INTISARI

Pak choy merupakan tanaman yang disukai oleh masyarakat, karena mudah dibudidayakan, berumur pendek, dan bernilai ekonomis. Produktivitas pak choy dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik. Selain bermanfaat bagi tanaman, penggunaan bahan organik secara berlanjut dapat mewujudkan sistem pertanian organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh vinase dan berbagai macam pupuk organik serta mendapatkan kombinasi takaran vinase dan pupuk organik yang tepat bagi pertumbuhan dan hasil pak choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L) Hanelt). Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2015 - Februari 2016 di kebun Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya Tani Organik Merapi (P4S TOM), Balangan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah takaran vinase yang terdiri dari 3 aras, yaitu

takaran vinase 0 l/ha (V0), takaran vinase 25.000 l/ha (V $\frac{1}{2}$), dan takaran vinase 50.000 l/ha (V1). Faktor ke dua adalah macam pupuk organik yang terdiri dari 4 aras, yaitu tanpa pupuk organik (P0), pupuk organik brotowali (P1), pupuk organik kulit telur (P2), dan pupuk organik lele (P3). Kombinasi perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha dengan tanpa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan luas permukaan daun. Penggunaan takaran vinase 25.000 l/ha dengan tanpa pemberian pupuk organik memberikan pertumbuhan dan hasil pak choi yang paling baik.

Kata kunci: pak choi, vinase, pupuk organik

PENDAHULUAN

Pak choi merupakan tanaman yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, mudah dibudidayakan, dan berumur pendek. Kandungan dan komposisi gizi pak choi setiap 100 gram adalah energi 15 kal; protein 1,8 g; lemak 0,2 g; karbohidrat 2,5 g; serat 0,6 gr; fosfor 31 mg; kalium 225 mg; dan air 92,4 g (Haryanto *et al.*, 1995). Di Indonesia, pak choi sudah merambah hampir di sebagian besar warung makan atau restoran. Biasanya digunakan sebagai bahan utama maupun bahan campuran untuk menambah cita rasa sekaligus mempercantik tampilan pada makanan. Kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat memberikan dampak terhadap peningkatan kebutuhan sayuran, khususnya pak choi. Peningkatan kebutuhan tersebut tentunya harus diseimbangkan dengan produktivitas pak choi. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya produksi tanaman pak choi adalah pemupukan.

Vinase merupakan limbah cair hasil pembuatan gula tebu yang berupa *molasses*, yang diproses menjadi etanol dan dari proses tersebut diperoleh produk samping berupa vinase. Limbah vinase memiliki pH yang sangat rendah sekitar 3-4, sehingga akan menimbulkan masalah yang sangat serius apabila langsung dibuang ke aliran sungai yang berakibat pada pencemaran air sungai (Hati *et al.*, 2007 *cit. Pita et al.*, 2010 *cit. Umami et al.*, 2014). Selain bersifat asam, suhu yang tinggi ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) serta memiliki bahan BOD dan COD yang tinggi pula, menyebabkan vinase tergolong buangan yang berbahaya. Pada vinase kandungan BOD > 30.000 ppm dan COD > 50.000 ppm, padahal nilai baku mutu BOD untuk air buangan harus sama dengan atau kurang dari 150 ppm sesuai Kep-51/MENLH/10/1995. Apabila vinase dibuang ke sungai, maka akan menurunkan oksigen terlarut di dalamnya, kemudian akan berdampak pada kehidupan di sungai dan sekitarnya.

Selain memanfaatkan vinase sebagai sumber bahan organik, limbah rumah tangga, seperti cangkang/kulit telur ayam, tulang lele, dan brotowali dapat pula dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik dengan melalui serangkaian proses

hingga dapat digunakan sebagai pupuk organik. Agar tidak menjadi limbah, salah satu cara alternatif yang dapat diterapkan adalah dengan mengubahnya menjadi pupuk organik. Menurut Butcher & Richard (2003) *cit.* Noviansah (2014), kulit telur ayam selain mengandung kalsium karbonat (95%) juga mengandung unsur hara makro (fosfor, kalsium, magnesium) sebanyak 0,3% dan unsur mikro (seng, mangan, tembaga) sebanyak 0,3%. Berdasarkan penelitian Noviansah (2014), campuran pupuk organik limbah kulit telur dan vetsin dengan penambahan rendaman kulit bawang merah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa tanaman.

Lele merupakan komoditas budidaya air tawar yang sangat digemari masyarakat, mudah didapatkan, harga terjangkau, dan memiliki perkembangan produksi sangat baik dari tahun ke tahun. Produksi lele yang semakin meningkat tersebut menyebabkan limbah ikan lele yang dihasilkan juga meningkat, sehingga pengolahan limbah ikan lele menjadi pupuk organik merupakan salah satu solusi untuk menekan permasalahan tersebut. Elemen-elemen yang terkandung dalam protein terdiri atas berbagai unsur dengan komposisi kimia adalah C (50-53%), H (6-7%), O (19-24%), N (13-19%), dan S (0-4%). Disamping itu juga terdapat unsur P, Ca, Fe, Cu, I, Mn, Zn, dan lain-lain (Mahmudah & Permitasari, 2013 *cit.* Dewi, 2014). Pupuk organik limbah ikan dengan berbagai konsentrasi dapat memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap variable jumlah dan dan tinggi tanaman cabai merah.

Selain memanfaatkan limbah kulit telur ayam dan ikan lele sebagai pupuk organik dengan tujuan menekan permasalahan limbah khususnya di Yogyakarta, tumbuh-tumbuhan lokal seperti brotowali, tuba, mimba, dan *Stemona tuberosa* juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair dengan cara fermentasi. Dalam penelitian Pangnakorn *et al.* (2010) pupuk organik cair dari fermentasi tumbuhan mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai. Pada tahun 2013, Pangnakorn *et al.* kembali menggunakan pupuk organik cair dari fermentasi tumbuhan dalam penelitiannya yang mampu meningkatkan panjang umbi pada ubi. Kedua penelitian tersebut menggunakan brotowali sebagai salah satu jenis tumbuhan yang difermentasi. Namun, pada penelitian ini digunakan brotowali tanpa campuran tumbuhan lain untuk difermentasi sebagai pupuk organik cair. Brotowali (*Tinospora crispa* L.) adalah tanaman merambat yang mudah ditemukan di hutan, semak belukar. maupun ladang. Selain dimanfaatkan sebagai obat, batang brotowali dapat digunakan sebagai pengganti pupuk kimia KCl. Di Dusun Karang Gawang, Girikerto, Turi, Sleman dan Dusun Karangwaluh Lor, Karangwuluh, Temon, Kulon Progo sudah dilakukan

pelatihan pembuatan pupuk organik dari batang brotowali (Anonim, 2012; Aini, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian vinase dan macam pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil pak choi serta mendapatkan kombinasi takaran vinase dan macam pupuk organik yang tepat bagi pertumbuhan dan hasil pak choi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kebun Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya Tani Organik Merapi (P4S TOM), Balangan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman, D. I. Yogyakarta pada bulan November 2015 sampai dengan bulan Maret 2016. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu benih pak choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L) Hanelt), pupuk kandang kambing, vinase pabrik spiritus Madukismo PT. Madubaru, lele, kulit telur, brotowali, dolomit, gula merah, air, plastik, dan map kertas. Adapun alat yang digunakan, yaitu kompor, wajan, pengaduk, derigen, cangkul, sabit, alat tugal, meteran, gembor/selang, tali rafia, kertas label, alat tulis, gunting, oven, timbangan analitik, *Leaf Area Meter*, pH meter, dan kamera digital.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah takaran vinase yang terdiri dari 3 aras, yaitu takaran vinase 0 l/ha (V0), takaran vinase 25.000 l/ha (V $\frac{1}{2}$), dan takaran vinase 50.000 l/ha (V1). Faktor ke dua adalah macam pupuk organik yang terdiri dari 4 aras, yaitu tanpa pupuk organik (P0), pupuk organik brotowali (P1), pupuk organik kulit telur (P2), dan pupuk organik lele (P3). Percobaan ini menggunakan tiga blok sebagai ulangan. Masing-masing blok terdiri atas 12 petak percobaan (setiap petak mewakili satu kombinasi perlakuan), sehingga akan didapatkan 36 petak percobaan. Variabel pengamatan yang diamati yaitu, tinggi tanaman, jumlah daun, luas permukaan daun, bobot segar dan kering tajuk, panjang akar, volume akar, luas permukaan akar, bobot segar dan kering akar, dan analisis pertumbuhan tanaman (indeks luas daun, bobot daun khas, laju pertumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih, dan indeks panen).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komposisi unsur-unsur dalam vinase

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	Harkat
N	%	0,183	Rendah
P	ppm	59,928	Tinggi
K	ppm	5.989,362	Tinggi
Mg	ppm	883,406	Tinggi
Ca	ppm	1.099,605	Tinggi
S	ppm	7.185,139	Tinggi
Fe	ppm	90,226	Tinggi
Cu	ppm	1,316	Rendah
Mn	ppm	5,632	Rendah
Zn	ppm	123,884	Tinggi
H ₂ O	%	89,543	Tinggi
pH		4,35	Masam
C	%	8,771	Tinggi
Glukosa	%	2,976	Rendah
Sukrosa	%	3,19	Rendah
Gula Total	%	6,333	Rendah
Sediment Content	%	1,687	Rendah
Alkohol	%	0,109	Rendah

Sumber: Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, 2008. (Arrodli, 2011 *cit.* Welfin, 2015)

Hampir 90% kandungan di dalam vinase adalah air (H₂O). Sisanya merupakan senyawa dan unsur yang mendukung terbentuknya vinase. Unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman terdapat di dalam vinase, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), belerang/sulfur (S), besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan seng (Zn). Unsur K dan S adalah dua unsur yang cukup mendominasi di dalam kandungan vinase. Unsur K pada tanaman berperan dalam membantu menjaga potensial osmotis dan pengambilan air serta berpengaruh positif terhadap penutupan stomata (Epstein, 1972; Humble & Hsiao, 1969). Adapun unsur S berperan seperti unsur N, yaitu terlibat dalam sintesis protein sebagai penyusun asam amino sistin, sistein, dan metionin (Gardner *et al.*, 1991).

Tabel 2. Komposisi unsur-unsur dalam berbagai pupuk organik

Parameter	Kulit Telur	Brotowali	Lele
C-Organik (%)	15,78	12,90	11,51
N-Total (%)	0,04	0,09	0,49
P ₂ O ₅ Potensial (mg/100 g)	0,04	0,04	0,12
K ₂ O Potensial (mg/100 g)	0,06	0,06	0,10

Berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dan pembenah tanah yang diatur dalam SK Mentan No: 28/Permentan/SR.130/B/2009, ketiga macam pupuk organik yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai pupuk

organik yang layak digunakan pada tanaman. Unsur C-organik, N-total, P₂O₅ potensial, dan K₂O potensial sudah memenuhi syarat teknis minimal pupuk organik.

Tabel 3. Kandungan unsur-unsur dalam analisis contoh tanah awal dan tanah akhir penelitian dengan perlakuan berbagai macam pupuk organik

Parameter	Tanah Awal	Tanah Akhir Campuran Brotowali	Tanah Akhir Campuran Lele	Tanah Akhir Campuran Kulit Telur
C-Organik (%)	1.77	1.66	1.91	1.56
N-Total (%)	0.18	0.19	0.19	0.17
P ₂ O ₅ Potensial (mg/100 g)	203	206	287	215
K ₂ O Potensial (mg/100 g)	103	164	136	125
KTK (Cmol(+))kg-1)	7.60	12.35	13.31	10.88

Apabila dibandingkan dengan hasil analisis kandungan unsur-unsur pada contoh tanah awal, ketiga pupuk organik tersebut mampu menaikkan proporsi kandungan unsur-unsur dalam tanah. Pupuk brotowali mampu menaikkan N-total sebesar 0,01%, P₂O₅ potensial sebesar 3 mg/100 g, K₂O potensial sebesar 61 mg/100 g, dan KTK sebesar 4,75 Cmol(+))kg-1. Pupuk kulit telur mampu menaikkan P₂O₅ potensial sebesar 12 mg/100 g, K₂O potensial sebesar 22 mg/100 g, dan KTK sebesar 3,28 Cmol(+))kg-1. Pupuk lele mampu menaikkan C-organik sebesar 0,14% , N-total sebesar 0,01%, P₂O₅ potensial sebesar 84 mg/100 g, K₂O potensial sebesar 33 mg/100 g, dan KTK sebesar 5,71 Cmol(+))kg-1. Dari ketiga macam pupuk organik tersebut yang mampu meningkatkan semua proporsi unsur-unsur dalam tanah adalah pupuk lele.

Tabel 4. Jumlah daun (helai) pak choi pada berbagai takaran vinase dan macam pupuk organik umur 7, 14, 21 dan 30 hari setelah tanam (hst)

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	7 hst	14 hst	21 hst	30 hst
Takaran Vinase:				
0 l/ha	3,92 a	6,75 a	10,42 a	15,08 a
25.000 l/ha	3,92 a	6,38 ab	10,88 a	15,83 a
50.000 l/ha	3,50 a	5,71 b	9,79 a	14,67 a
Macam Pupuk Organik:				
Tanpa pupuk organik	4,17 p	6,67 p	11,39 p	15,78 p
Pupuk brotowali	4,00 p	6,67 p	10,78 p	15,50 pq
Pupuk kulit telur	3,44 p	5,57 p	9,17 q	13,61 q
Pupuk lele	3,50 p	6,22 p	10,11 pq	15,89 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	29,34	24,74	18,58	19,12

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama dalam suatu kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan takaran vinase dengan macam pupuk organik. Perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha memiliki jumlah daun yang paling rendah baik saat pak choi berumur 7, 14,

21, maupun 30 HST. Bahkan hasilnya berbeda nyata dengan takaran vinase 0 l/ha (kontrol) pada saat pak choi berumur 14 HST. Hal ini diduga disebabkan oleh kelebihan unsur N yang berdampak pada rendahnya jumlah daun. Menurut Aryanti (2014), tanaman yang kelebihan unsur N akan mengalami sukulensi (tanaman menjadi lunak dan berair), sehingga mudah rebah dan mudah terserang penyakit. Penyakit yang muncul pada penelitian ini adalah penyakit busuk basah oleh patogen *Erwinia carotovora*/ *Pectobacterium carotovorum* yang menyerang tangkai daun pak choi. Munculnya penyakit tersebut menyebabkan satu per satu daun membusuk, sehingga tidak dapat dihitung.

Tabel 5. Luas permukaan daun (cm²) pak choi pada berbagai takaran vinase dan macam pupuk organik umur 14, 21 dan 30 hari setelah tanam (hst)

Perlakuan	Luas Permukaan Daun (cm ²)		
	14 HST	21 HST	30 HST
Takaran Vinase:			
0 l/ha	360,01a	1413,1a	2709,8a
25.000 l/ha	266,00ab	1503,3a	2855,7a
50.000 l/ha	225,95b	1461,0a	2944,9a
Macam Pupuk Organik:			
Tanpa pupuk organik	277,62p	1599,1p	3110,1p
Pupuk brotowali	259,54p	1481,2p	2666,7p
Pupuk kulit telur	283,33p	1489,1p	2686,3p
Pupuk lele	315,46p	1267,1p	2884,3p
Interaksi	(-)	(-)	(-)
CV (%)	69,69	32,15	25,85

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama dalam suatu kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan takaran vinase dengan macam pupuk organik. Perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha memiliki luas permukaan daun yang berbeda nyata dengan takaran vinase 0 l/ha (kontrol) pada saat pak choi berumur 14 HST. Hal ini sejalan dengan jumlah daun yang dihasilkan oleh pak choi perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha yang berbeda nyata pula dengan kontrol saat pak choi berumur 14 HST. Diduga jumlah daun yang sedikit dan ukuran daun yang kecil, karena masih dalam tahap perkembangan, menyebabkan luas permukaan daun rendah. Namun, seiring berjalannya waktu pak choi yang diperlakukan dengan takaran vinase 50.000 l/ha mengalami luas permukaan daun yang paling lebar pada saat pak choi berumur 30 HST. Hal ini merupakan dampak dari kelebihan unsur N. Selain menyebabkan pak choi mudah terserang patogen akibat kondisi tanaman yang lunak dan berair, menurut Aryanti (2014) kelebihan unsur N dapat menyebabkan ukuran daun menjadi lebih besar.

Tabel 6. Bobot segar tajuk (g) pak choi pada berbagai takaran vinase dan macam pupuk organik umur 14, 21 dan 30 hari setelah tanam (hst)

Perlakuan	Bobot Segar Tajuk (g)		
	14 hst	21 hst	30 hst
Takaran Vinase:			
0 l/ha	26,84a	105,29b	194,37a
25.000 l/ha	16,64b	121,18ab	230,99a
50.000 l/ha	10,92b	135,98a	200,83a
Macam Pupuk Organik:			
Tanpa pupuk organik	20,04p	111,27p	243,78p
Pupuk brotowali	17,60p	131,01p	222,46pq
Pupuk kulit telur	18,52p	123,31p	176,45q
Pupuk lele	16,35p	117,67p	192,22q
Interaksi	(-)	(-)	(-)
CV (%)	73,47	41,25	34,14

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama dalam suatu kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan takaran vinase dengan macam pupuk organik. Perlakuan takaran vinase 25.000 l/ha dan 50.000 l/ha memiliki bobot segar tajuk yang berbeda nyata dengan takaran vinase 0 l/ha (kontrol) pada saat pak choi berumur 14 HST. Hal ini diduga pak choi dengan dua perlakuan tersebut memiliki jumlah daun dan luas permukaan daun yang lebih rendah dari kontrol pada saat berumur 14 HST, sehingga menyebabkan bobot segar tajuk juga lebih rendah daripada kontrol. Pada saat pak choi berumur 21 HST perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha pun juga mengalami perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol. Namun, bobot segar tajuknya lebih tinggi daripada kontrol. Hal ini didukung dengan luas permukaan daun yang tinggi, sehingga menyebabkan bobot segar tajuk tinggi pula.

Pada saat pak choi berumur 30 HST, pak choi dengan perlakuan pupuk kulit telur dan lele memiliki bobot segar tajuk yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk organik. Hal ini disebabkan oleh pak choi dengan kedua perlakuan tersebut memiliki luas permukaan daun yang lebih rendah daripada pak choi tanpa pupuk organik. Adapun pak choi dengan perlakuan tanpa pupuk organik memiliki bobot segar tajuk yang lebih tinggi karena didukung dengan luas permukaan daun yang lebih besar daripada perlakuan pupuk lainnya.

KESIMPULAN

1. Kombinasi perlakuan takaran vinase 50.000 l/ha dengan tanpa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan luas permukaan daun.
2. Penggunaan takaran vinase 25.000 l/ha dengan tanpa pemberian pupuk organik memberikan pertumbuhan dan hasil pak choi yang paling baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. 2014. Warga sleman kembangkan pupuk organik. <[http://m.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diy-nasional/14/03/25/n2zp3w-warga-sle man-kembangkan-pupuk-organik](http://m.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diy-nasional/14/03/25/n2zp3w-warga-sle-man-kembangkan-pupuk-organik)>. Diakses 28 September 2015.
- Anonim, 2012. Pelatihan pembuatan pupuk cair kelompok maju makmur karangwuluh. <[http://pertaniansehat.com/read/2012/05/14/pelatihan-pembuat an-pupuk-cair-kelompok-maju-makmur-karangwuluh.html](http://pertaniansehat.com/read/2012/05/14/pelatihan-pembuat-an-pupuk-cair-kelompok-maju-makmur-karangwuluh.html)>. Diakses 20 November 2016.
- Aryanti. 2014. *Kesuburan dan kesehatan tanah*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Sultan Kasim, Riau.
- Dewi, D. M. 2014. *Pengaruh substitusi tepung tulang ikan lele (Clarias sp.) terhadap kadar kalsium, daya kembang, dan daya terima kerupuk*. Fakultas Ilmu Kesehatan. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Epstein, E. 1972. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. Wiley, New York.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1991. *Physiology of crop plants (Fisiologi tanaman budidaya, diterjemahkan oleh H. Susilowati)*. UI Press, Jakarta.
- Haryanto, E., T. Suhartani, dan E. Rahayu. 1995. *Sawi dan selada*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Humble, G. D. and T. C. Hsiao. 1969. Specific requirement of potassium for light-activated opening of stomata in epidermal strips. *Plant Physiology*. 44: 21.
- Iqbal, S. B., F. Muhammad, dan I. Tontowi. 2012. Desain proses pengelolaan limbah vinase dengan metode pemekatan dan pembakaran pada pabrik gula-alkohol terintegrasi. *Jurnal Teknik Pomits*. 1: 1-6.
- Noviansah, B. 2014. *Aplikasi pupuk organik campuran limbah kulit telur dan vetsin dengan penambahan rendaman kulit bawang merah terhadap pertumbuhan tanaman cabai keriting (Capsicum annum L.) var Longum*. Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Pangnakorn, U., P. Tayamanont, and R. Kurubunjerdjit. 2013. Sweet potato organic cultivation with wood vinegar, entomopathogenic nematode, and fermented organic substance from plants. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agriculture, Food, and Biotechnological engineering*. 7: 854-858.
- Pangnakorn, U., S. Watanasorn, C. Kuntha, and S. Chuenchooklin. 2010. Effects of wood vinegar and fermented liquid organic fertilizer on soybean (Srisamong 1) in

the drought season cultivation. *Journal of International Society for Southern Asian Agricultural Sciences. 16: 63-73.*

Umami, M., S. Waluyo, S. Muhartini, dan R. Rogomulyo. 2014. Pengaruh residu pemberian vinase dan pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *Vegetalika. 3: 12-21.*

Welfin, D. *Respon tiga varietas wijen (Sesamum indicum L.) terhadap dosis vinase di tanah pasir.* Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.