

PERTANIAN

RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KEDELAJ TERHADAP DOSIS PUPUK KALIJUM DAN KONSENTRASI EKSTRAK ABU SEKAM BERPELARUT ASAP CAIR

SOYBEAN GROWTH AND PRODUCTION RESPONSE TO DOSE OF POTASSIUM FERTILIZER AND CONCENTRATION OF HUSK AS EXTRACT DISSOLVED IN LIQUID SMOKE

Azizatus Syafira¹, Moh. Setyo Poerwoko^{1*} dan Sundahri¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail: Moh_setyo_poerwoko@yahoo.com

ABSTRACT

This research aimed to identify the response of soybean growth and production to dose of potassium fertilizer and concentration of husk ash extract dissolved in liquid smoke. The research was conducted from August 25 to November 25, 2014 in Sumbersari village, Jember. The experiment used Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors: the first factor was concentration of husk ash extract consisting of 5 levels (0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%) and the second was dose of potassium with 3 levels (0; 0,5; and 1,0 g/crop). The treatments were arranged in factorial design and each combination was repeated three times. The results showed that: (1) Interactions between husk ash extract and potassium significantly affected dry weight of whole crop, number of pods with 3 seeds per crop, and total seed weight per crop; (2) Concentration of husk ash extract of 7,5% and potassium of 0,5 g/crop was the best treatment combination for soybean growth and production.

Keywords: *Extract, Husk Ash, Potassium, Soybean*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan produksi kedelai terhadap konsentrasi ekstrak abu sekam berpelarut asap cair dan pupuk kalijum. Penelitian ini dilaksanakan di kelurahan Sumbersari, Jember, pada tanggal 25 Agustus - 25 November 2014. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu konsentrasi ekstrak abu sekam yang terdiri 5 taraf (0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%) dan faktor kedua dosis kalijum yang terdiri 3 taraf (0; 0,5; dan 1,0 g/tanaman). Perlakuan tersebut disusun secara faktorial dan masing-masing kombinasi diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan: (1) Interaksi antara konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalijum berpengaruh nyata terhadap berat brangkas kering, jumlah polong isi 3 per tanaman, dan berat biji total per tanaman; (2) Konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalijum 0,5 g/ tanaman merupakan kombinasi perlakuan terbaik dalam memacu pertumbuhan dan produksi kedelai.

Kata kunci: *Ekstrak, Abu Sekam, Kalijum, Kedelai*

How to cite: Azizatus Syafira, Moh. Setyo Poerwoko, Sundahri. 2015. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kedelai terhadap Dosis Pupuk Kalijum dan Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam Berpelarut Asap Cair. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas strategis di Indonesia karena kedelai merupakan salah satu tanaman pangan penting setelah beras dan jagung. Sifat multiguna yang ada pada kedelai menyebabkan tingginya permintaan kedelai di dalam negeri. Selain itu, manfaat kedelai sebagai salah satu sumber protein murah sehingga kedelai semakin diminati. Konsumsi rata-rata dari kedelai yaitu 8,12 kg/kapita/tahun. Kebutuhan kedelai akan terus meningkat dikarenakan pertumbuhan penduduk yang juga terus meningkat (Meirina *et al.*, 2009). Berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan rata-rata konsumsi per kapita per tahun, kebutuhan kedelai di Indonesia pada tahun 2008 mencapai 1,9 juta ton dan tahun 2020 diperkirakan mencapai 2,6 juta ton (Sudaryanto dan Swastika, 2007). seiring dengan meningkatnya permintaan kedelai, maka teknik budidaya yang baik juga harus diperhatikan untuk meningkatkan produktivitas kedelai.

Penanaman kedelai paling tepat yaitu pada saat menjelang akhir musim penghujan pada lahan sawah dengan irigasi dan juga dapat ditanam pada awal sampai pertengahan musim kemarau. Penanaman kedelai yang dilakukan pada saat musim penghujan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kedelai menjadi menurun. Curah hujan yang cukup tinggi disertai angin yang kencang dapat mengakibatkan tanaman kedelai menjadi kurang tegak atau roboh dan banyaknya hama dan penyakit yang menyerang. Robohnya tanaman dan banyaknya hama dan penyakit yang menyerang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan produksi tanaman (Kuswanto, 2003).

Pemberian unsur hara Si yang terdapat pada abu sekam yang telah diekstraksi menggunakan asam yang berasal dari asap cair dapat menjadikan tanaman kokoh dan tidak mudah rebah. Robohnya tanaman menyebabkan turunnya produksi, dengan demikian pemupukan Si dianggap dapat menaikkan produksi tanaman (Roesmarkam dan Yuwono, 2002). Selain pemberian unsur hara Si, pemberian unsur hara K juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, terutama untuk tanaman palawija. Fungsi utama kalijum (K) ialah membantu pembentukan protein dan karbohidrat. Kalijum juga berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur (Partohardjono dan Satsijadi, 1976), dengan pemberian unsur hara Si dan K diharapkan dapat memacu pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman kedelai.

Pemanfaatan silikon alami dapat diperoleh dari abu sekam sisa hasil pembuatan batu bata, limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara tanaman karena mengandung silikon (Putro dan Prasetyoko, 2007). Namun, pemanfaatan ekstrak abu sekam belum pernah diuji coba pada tanaman kedelai. Apakah ekstrak abu sekam dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara silikon dan apakah dapat berinteraksi dengan baik dengan pemberian pupuk kalijum terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

Adapun tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui interaksi ekstrak abu sekam dan pupuk kalijum terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai; (2) Mengetahui konsentrasi ekstrak abu

sekam dan dosis pupuk kalium yang sesuai terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan di Kelurahan Sumpersari, Jember pada tanggal 25 Agustus – 25 November 2014. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas argomulyo, pupuk N, P, K, (abu sekam dan asap cair) yang akan diekstraksi, air, pasir, kompos, timba, cangkul, sekop, saringan kawat berdiameter dua milimeter, polibag, sprayer, gembor, neraca analitik, gelas ukur, spatula, penggaris, dan oven.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan media tanam dilakukan dengan menyiapkan pasir dan kompos, selanjutnya diayak dengan saringan kawat berdiameter dua milimeter. Pasir dan kompos dicampur dengan perbandingan 1:1. Polybag diisi dengan media tanam sebanyak 2/3 bagian dan diletakkan berjajar sesuai dengan plot perlakuan.

Pembuatan ekstrak abu sekam membutuhkan alat yaitu timba, dan kayu pengaduk, dan bahan yang dibutuhkan yaitu abu sekam dan asap cair. Cara untuk mengekstraksinya yaitu dengan melarutkan 3 kg abu sekam dengan 6 liter asap cair kemudian diaduk dan didiamkan selama 7 hari. Setelah 7 hari larutan asap cair dan abu sekam tersebut kemudian disaring, untuk memisahkan antara ampas dengan cairannya. Hasil ekstraksi abu sekam dan asap cair tersebut diperoleh larutan yang mengandung silikon (Si) 100%. Setelah itu dilakukan pengenceran dengan air 1.000 ml, sehingga diperoleh 2,5% = 25 ml ekstrak abu sekam per 1.000 ml air, 5% = 50 ml per 1.000 ml, 7,5% = 75 ml per 1.000 ml dan 10% = 100 ml per 1.000 ml (Ano, 2013).

Penyiapan benih dan penanaman dilakukan dengan memilih benih kedelai yang bernas, tidak cacat, tidak keriput, bersih dari kotoran, bebas dari wabah hama dan penyakit. Benih yang digunakan adalah varietas Argomulyo. Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tugal sedalam 3-4 cm, selanjutnya benih kedelai dimasukkan pada lubang tanam yang telah dibuat sebanyak 2 butir dan menutupnya sedikit dengan media tanam yang digunakan.

Percobaan Ekstrak Abu Sekam dan Pupuk Kalium

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu konsentrasi ekstrak abu sekam terdiri dari 5 taraf yaitu konsentrasi 0% (E0), 2,5% (E1), 5% (E2), 7,5% (E3), dan 10% (E4). Faktor kedua dosis pupuk kalium terdiri dari 3 taraf yaitu 0 g/tanaman (K0), 0,5 g/tanaman (K1), dan 1,0 g/tanaman (K2).

Pemeliharaan tanaman diantaranya yaitu dengan menyulam atau mengganti benih kedelai yang tidak tumbuh ataupun abnormal. Penyulaman dilakukan dengan cara mengganti benih yang mati dengan benih yang baru pada lubang tanam yang tersedia. Waktu penyulaman dilakukan seawal mungkin, yakni pada umur 7-10 hari setelah tanam. Keterlambatan penyulaman akan menyulitkan pemeliharaan tanaman, karena dapat menyebabkan umur dan stadium pertumbuhan yang tidak sama. Penyiangan gulma yang tumbuh disekitar tanaman dan melakukan pengairan pada saat pagi atau sore hari.

Pemupukan dilakukan dengan pemberian ekstrak abu sekam sebagai unsur hara silikon (Si), untuk tanaman kedelai dilakukan penyemprotan dengan cara menyemprotkan menggunakan sprayer pada bagian daun tanaman pada pagi hari pukul 06.00 WIB untuk menghindari terjadinya penguapan, sesuai dengan konsentrasi pada perlakuan. Penyemprotan dilakukan pada saat fase vegetatif tanaman yaitu pada umur 15 hari hingga memasuki fase generatif yaitu pada saat pengisian biji, yang dilakukan setiap 1 minggu sekali. Pemberian pupuk kalium dilakukan sebanyak 3 kali yaitu sebagai pupuk dasar, menjelang pembungaan (25 hari setelah tanam), pada saat pengisian biji (40 hari setelah tanam). Dosis pupuk yang diberikan yaitu 1/3 dari dosis pupuk yang telah ditentukan setiap kali pemupukan dilakukan. Pemberian pupuk kalium sesuai dengan perlakuan

yaitu (K0); 0,5 g/ tanaman (K1); 1,0 g/ tanaman (K2) (Adisarwanto, 1999).

Pemanenan dilakukan pada umur 83 hari, karena pada umur 83 hst kedelai varietas Argomulyo telah mencapai masa masak fisiologis yang ditandai dengan polong secara merata telah berwarna kuning-kecoklatan.

Variabel pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan mengamati semua tanaman kedelai setelah pemanenan dilakukan. Variabel pengamatan diantaranya yaitu :

a) Berat berangkasan kering (g)

Pengamatan berat berangkasan kering dilakukan setelah panen dengan menimbang berdasarkan berat seluruh tanaman meliputi daun batang dan akar, setelah dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C hingga mencapai berat konstan yang sebelumnya telah dikering anginkan.

b) Jumlah polong isi 3 per tanaman

Jumlah polong isi 3 per tanaman diamati setelah panen dengan menghitung banyaknya polong isi 3 yang dihasilkan pada tiap tanaman.

c) Berat biji total per tanaman (g)

Menimbang seluruh biji yang dihasilkan setiap tanaman yang sebelumnya telah dikeringkan hingga mencapai berat konstan.

Data yang peroleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis sidik ragam, uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

HASIL

Hasil Analisis Ragam dari semua variabel pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai F-hitung Seluruh Variabel Pengamatan

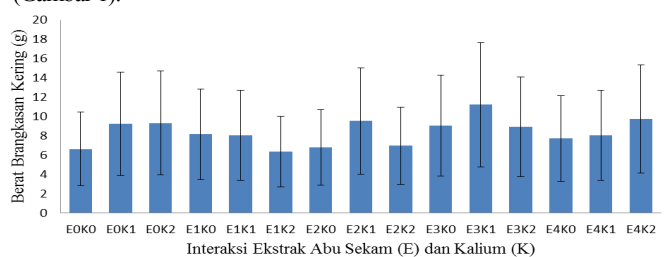
No	Variabel Pengamatan	Nilai F-Hitung		
		Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam (E)	Dosis Kalium (K)	Interaksi E x K
1	Berat Berangkasan Kering	3,91 *	5,42 **	2,40 *
2	Jumlah Polong Isi 3 Per Tanaman	3,30 *	9,64 **	2,35 *
3	Berat Biji Total Per Tanaman	3,88 **	14,89 **	2,46 *

Keterangan: ** Berbeda sangat nyata; * Berbeda nyata; tn Berbeda tidak nyata

Tabel di atas menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap berat berangkasan kering, jumlah polong isi 3 per tanaman, dan berat biji total per tanaman.

Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam dan Kalium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai

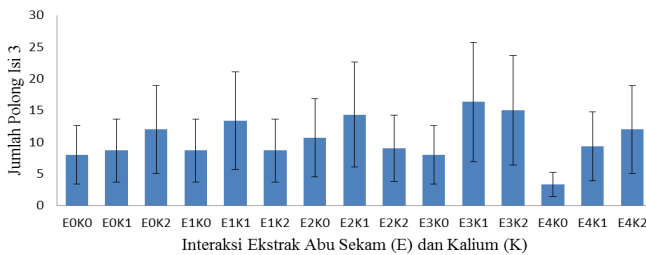
Pelakuan Interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap berat berangkasan kering tanaman kedelai (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam dan Kalium terhadap Berat Brangkasan Kering

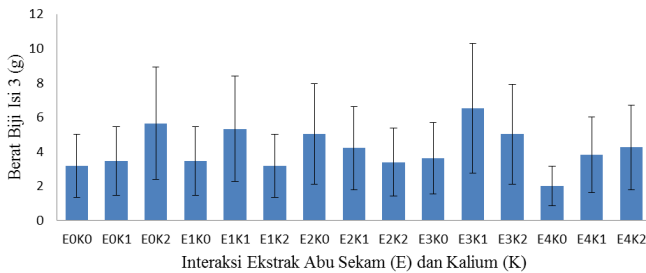
Berdasarkan hasil analisis dengan uji Duncan 5% pada Gambar 1, menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap berat berangkasan kering. Kombinasi konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) dibandingkan dengan kontrol (E0K0) terjadi peningkatan berat berangkasan kering sebesar 69,33% sebagai respon terhadap interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium, sedangkan pada interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 2,5% dan kalium 0,5

g/tanaman (E1K2) dibandingkan dengan interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) terjadi penurunan berat brangkasan kering sebesar 76,25%. Hasil perlakuan interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium terhadap parameter jumlah polong isi 3 per tanaman dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam dan Kalium terhadap Jumlah Polong Isi 3 Per Tanaman

Gambar 2 menunjukkan bahwa interaksi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi 3 per tanaman. Interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) dibandingkan dengan kontrol (E0K0) mengalami peningkatan sebesar 104,12%, sedangkan interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 10% dan kontrol pada kalium (E4K0) dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) mengalami penurunan sebesar 390,39%. Parameter produksi yang terakhir yaitu berat biji total per tanaman (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam dan Kalium terhadap Berat Biji Total Per Tanaman

Interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap berat biji total per tanaman (Gambar 4). Interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan dosis kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) dibandingkan dengan kontrol (E0K0) terjadi peningkatan berat biji total per tanaman sebesar 65,86%, sedangkan interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 10% dan kontrol pada kalium (E4K0) dibandingkan dengan interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan dosis kalium 0,5 g/tanaman (E3K1) terjadi penurunan berat biji total per tanaman sebesar 70,28% sebagai respon terhadap interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi ekstrak abu sekam dan pupuk kalium berpengaruh signifikan terhadap berat brangkasan kering, jumlah polong isi 3 per tanaman, dan berat biji total per tanaman.

Berat kering tanaman merupakan hasil efektivitas penyerapan unsur hara dan mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis, serta interaksinya dengan faktor-faktor lingkungan yang lainnya (Sitompul dan Guritno, 1995). Pemberian ekstrak abu sekam yang didalamnya mengandung unsur hara silika cukup tinggi yaitu 87% - 97% serta pemberian unsur hara K mampu meningkatkan proses fotosintesis tanaman, dikarenakan tanaman yang terlapsi silikat menjadikan daun dan batang tanaman menjadi tegak, begitu pula dengan peran kalium. Peningkatan fotosintesis tersebut menghasilkan fotosintat yang digunakan oleh tanaman untuk melakukan metabolisme. Hasil fotosintat juga terakumulasi pada bagian-bagian

vegetatif tanaman, mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis. Tanaman mentransportasikan produk fotosintatnya berupa senyawa karbon ke bagian-bagian vegetatif tanaman seperti akar, batang, daun yang dapat mencerminkan pertumbuhan tanaman (Yukamgo, 2007).

Setelah mengalami fase vegetatif, tanaman dapat mengalami fase generatif dimana pada fase ini tanaman mengalami proses pembungaan dan pematangan. Variabel pengamatan produksi biasanya meliputi jumlah buah dan berat buah. Produksi kedelai yang tinggi salah satunya dapat dilihat dari jumlah polong isi per tanaman. Semakin banyak polong isi per tanaman maka produksi kedelai juga semakin tinggi. Interaksi kedua perlakuan yang sesuai dapat menghasilkan produksi tinggi, ditandai dengan peningkatan jumlah polong isi 3 per tanaman. Hal tersebut dikarenakan di dalam ekstrak abu sekam yang mengandung unsur hara Si mempunyai peranan yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Meyer dan Keeping, 2006). Si juga dapat menguatkan batang sehingga tanaman tahan rebah (Yamaji *et al.*, 2007), sama halnya dengan unsur hara K yaitu dapat menghalangi efek rebah dan memberikan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Mapegau, 2006). Keadaan cuaca yang tidak menentu, salah satunya diakibatkan oleh hujan deras dan angin kencang dapat menyebabkan tanaman menjadi roboh, robohnya tanaman dapat mengakibatkan produktivitas tanaman menjadi turun, sehingga pemberian unsur hara Si dan K dapat memperkuat dan memperkeras jaringan tanaman yang berakibat pada ketegaran tanaman sehingga batang dan daun – daun tanaman dapat tumbuh tegak dan lurus (Fairhurst *et al.*, 2007), Ketegaran tanaman yang dihasilkan mengakibatkan proses fotosintesis dapat berlangsung dengan baik dan menghasilkan fotosintat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga dapat meningkatkan terbentuknya bunga dan buah (Gardner *et al.*, 1991).

Interaksi pemberian ekstrak abu sekam dan kalium yang sesuai, juga berpengaruh terhadap berat biji total per tanaman, hal tersebut dikarenakan, fungsi ekstrak abu sekam yang mengandung unsur Si berperan sama halnya dengan kalium. Aplikasi silikon dapat meningkatkan berat biji. Silikon berperan dalam meningkatkan produktivitas yang disebabkan oleh membaiknya sistem fotosintesis karena daun yang terlapsi silikat lebih tegak (tidak terkulai) (Okudan dan Takashi, 1961), sedangkan kalium juga mampu menguatkan batang tanaman sehingga tidak mudah rebah (Sutejo dan Mulyani, 2002). Daun tegak memungkinkan penetrasi dan distribusi cahaya lebih besar sampai ke bagian bawah dan merata, sehingga meningkatkan fotosintesis tanaman. Fotosintesis tanaman pada kanopi daun tegak sekitar 20% lebih tinggi dibanding kanopi daun terkulai pada kondisi ILD tinggi (Murchie *et al.*, 2002). Daun terkulai akan mengurangi penetrasi cahaya, meningkatkan kelembaban di bawah kanopi daun, dan mengurangi pergerakan udara (Yoshida, 1981). Hal ini akan menurunkan efisiensi fotosintesis dan menguntungkan pertumbuhan hama dan penyakit. Yoshida (1981) juga menyatakan fotosintesis pada daun terkulai lebih rendah dibandingkan kanopi daun tegak pada saat intensitas cahaya tinggi. Efisiensi fotosintesis yang tinggi mendasari potensi hasil tinggi (Yuan *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi ekstrak abu sekam dan kalium berpengaruh nyata terhadap berat brangkasan kering, jumlah polong isi 3 per tanaman, dan berat biji total per tanaman. Konsentrasi ekstrak abu sekam 7,5% dan kalium 0,5 g/ tanaman merupakan kombinasi perlakuan terbaik dalam memacu pertumbuhan dan produksi kedelai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Dodo di Kelurahan Sumbersari, Jember yang telah membantu dalam penyediaan lahan dalam proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. 1999. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah-Kering-Pasang Surut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ano M. 2013. *Viabilitas dan Daya Simpan Benih Tanaman Padi Sebagai Respon Terhadap Pemberian Pupuk Silikon Dengan Pengendalian Berlebih dan Terserang Penyakit Busuk Batang*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Fairhust TH, C Witt, RJ Buresh, A Dobermann. 2007. Pengelolaan Hara : Kahat Silikon (Si). <http://litbang.deptan.go.id>. [22 November 2014]
- Gardner E Pearce, RL Mitchel. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Terjemahan H. Susilo. University Indonesian Press, Jakarta.
- Kuswanto H. 2003. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan dan Penyimpanan Benih*. Kanisius, Yogyakarta.
- Mapegau. 2006. Pengaruh Pemupukan Kalium terhadap Toleransi Fisiologi Tanaman Jagung Kultivar Arjuna pada Kondisi Cekaman Air. *Agrivigor*. 5 (3): 1-5.
- Meirina, S Darmanti, S Haryanti. 2009. Produktivitas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril var. *Lokon*) yang Diperlakukan dengan Pupuk Organik Cair Lengkap pada Dosis dan Waktu Pemupukan yang Berbeda. *Jurnal Anatomi Fisiogi*. 7 (2): 1-9.
- Meyer, Keeping. 2000. Review of Research into the Role of Silicon for Sugarcane Production. *Proc. S Afr Sug Technol Ass*. 74: 29-40.
- Murchie EH, J Yang, S Hubbart, P Horton, S Peng. 2002. Are there Association Between Grain-Filling Rate and Photosynthesis in the Flag Leaves of Field Grown Rice. *J. Exp. Bot*. 53: 2217-2224.
- Okudan A, Takashi E. 1961. Studies on the Physiological role of Silison in Crop Plants. Part 3. Effect of Various Amouts of Silicon Supplu on the Growth of Rice Plant and its Nutrients Uptake. *Journal of the Science of Soil and Manure*: 31-39.
- Partohardjono, Satsijadi. 1976. *Peranan Kalium dalam Peningkatan Produksi Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian Pertanian, Bogor.
- Putro AL dan Prasetyoko D. 2007. Abu Sekam Padi sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit ZSM-5 Tanpa Menggunakan Templat Organik. *Akta Kimindo*. 3 (1): 33-36.
- Roesmarkam dan Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.
- Sitompul SM, Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sudaryanto T, Swastika. 2007. *Kedudukan Indonesia dalam perdagangan internasional kedelai*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Sutejo dan M Mulyani. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka cipta. Jakarta.
- Yamaji, Naoki, Jian Feng Ma. 2007. Spatial Distribution and Temporal Variation of the Rice Silicon Transporter Lsi. *Plant Physiol*. 143 (3): 1306-1313.
- Yoshida. 1975. The Physiology of Silicon in Rice. *Tech. Bull. n. 25. Food Fert. Tech. Centr.* Taipei, Taiwan.
- Yuan W, S Peng, C Cao, P Virk, D Xing. 2011. Agronomic Performance of Rice Breeding Lines Selected Based on Plant Traits or Grain Yield. *Field Crop. Res*. 121: 168-174.
- Yukamgo. 2007. Peran Silikon sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7 (2): 103-116.