

PENGARUH APLIKASI PUPUK SILIKA DALAM PENGENDALIAN TUNGRO

THE EFFECT OF SILICA FERTILIZER APPLICATION IN TUNGRO CONTROL

Khaerana^{1a}, A Gunawan¹

¹ Loka Penelitian Penyakit Tungro, Indonesia.

^a Korespondensi: Khaerana, E-mail: khaerana.hafid@yahoo.com

(Diterima: 15-12-2018; Ditelaah: 16-12-2018; Disetujui: 04-01-2019)

ABSTRACT

Tungro is one of the important rice diseases, caused by two types of virus, namely Rice Tungro Bacilliform Virus (RTBV) and Rice Tungro Spherical Virus (RTSV), through the vector of green leafhoppers (*Nephotetic virescens*). The high plantation intensity causes the balance of nutrients decreases, including the element of silica. Proper application of silica fertilizers can improve soil fertility and cause plants to be more resistant to pests. The purpose of this study was to examine the effect of silica fertilizer application in tungro disease control. The study used two factor factorial design. The first factor is the dose of silica fertilizer (control, NPK dose commonly used by farmers, 1/3 NPK + 1 lt Si, 1/3 NPK + 3 lt Si, 1/3 NPK + 5 lt Si), , the second factor is the use of varieties (Inpari 36 and TN1). The results showed that the interaction of dosage of silica fertilizer and varieties had no significant effect on all observation parameters except in grain yield. Varieties have significant effect on plant height, panicle length, and grain yield.

Keywords : Green leafhopper, silica fertilizer, tungro.

ABSTRAK

Tungro adalah salah satu penyakit penting pada padi, yang disebabkan oleh dua jenis virus, yaitu *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV), melalui vektor wereng hijau (*Nephotetic virescens*). Tingginya intensitas pertanaman menyebabkan keseimbangan unsur hara semakin berkurang, termasuk unsur silika (Si). Pemberian pupuk silika dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan kesuburan tanah dan menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap serangan hama penyakit. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pengaruh pemberian pupuk silika dalam pengendalian penyakit tungro. Penelitian menggunakan rancangan faktorial dua faktor. faktor pertama yaitu dosis pemberian pupuk silika (kontrol, NPK dosis umum digunakan petani, 1/3 NPK + 1 lt si, 1/3 NPK + 3 lt si, 1/3 NPK + 5 lt si), faktor kedua adalah penggunaan varietas (inpari 36 dan TN1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi pemberian dosis pupuk silika dan varietas tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan, kecuali pada hasil gabah. Varietas berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang malai, dan hasil gabah.

Kata Kunci: Pupuk silika, tungro, wereng hijau.

PENDAHULUAN

Tingginya intensitas pertanian menyebabkan terjadinya degradasi kesuburan tanah. Tanah menjadi kekurangan unsur hara dan tanaman menjadi rentan terserang hama dan penyakit. Penyakit tungro merupakan penyebab turunnya produksi gabah di Indonesia. Berdasarkan data BBPOPT Jatisari 2016, luas lahan yang terserang tungro mencapai 1.055 ha.

Tungro adalah penyakit yang disebabkan oleh virus RTBV (*Rice Tungro Bacilliform Virus*) dan RTSV (*Rice Tungro Spherical Virus*). Kedua jenis virus tersebut ditularkan oleh wereng hijau (*Nephotetic virescens*) secara semipersisten (Hibino *et al.*, 1990). RTBV bergantung pada RTSV untuk ditularkan oleh wereng hijau (Hibino and Cabauatan, 1987). Gejala penyakit tungro pada padi dikenali dengan ciri utama yaitu perubahan warna daun menjadi kuning, anakan yang berkurang, tanaman kerdil, pemunculan malai tertahan, gabah kecoklatan karena pengisian tidak sempurna (Ling, 1972 dalam Arfianis, 2006; (Faizal and Fauziah, 2010). Dewasa ini ada tiga komponen utama pengendalian tungro, yaitu penggunaan varietas tahan dan tanam serempak, eradikasi sumber inoculum, dan keputusan dalam pemilihan varietas dan pengaturan waktu tanam (Praptana *et al.*, 2013)

Silika (Si) merupakan salah satu unsur kimia kedua terbanyak dikerak bumi (lithosphere) yaitu 27,6% dan diserap hampir semua tanaman dalam bentuk asam monosilat (monosilicic acid) atau Si(OH)_4 (Makarim *et al.*, 2007), namun semakin intensifnya pertanian menyebabkan keberadaannya semakin menipis. Hal ini semakin diperparah dengan ikut terangkutnya jerami dan sekam yang merupakan sumber Si organik. Apabila kondisi ini terjadi dalam jangka panjang, maka akan menurunkan produktivitas tanaman serta kemampuan tanaman bertahan terhadap bermacam gangguan cekaman maupun serangan hama penyakit (Husnain *et al.*, 2011), seperti penggerek batang kuning (Nakata *et al.*, 2008), wereng coklat, wereng hijau, dan hama punggung putih (Ma dan Takahashi 2002 dalam Makarim *et al.*, 2007).

(Laing, 2006) menemukan bahwa pada kadar silikon yang tinggi, sangat sedikit nimpa wereng coklat menjadi dewasa, dan penurunan usia wereng coklat dewasa serta terjadi penurunan tingkat kesuburan wereng coklat betina. Pemberian silika dapat memperbaiki fungsi fisiologi tanaman, meningkatkan jumlah anakan

maksimum (Yohana *et al.*, 2013) meningkatkan hasil panen dan bahan biomassa tanaman (Voleti *et al.*, 2008). Lapisan silika juga akan menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap serangan penyakit. Kekurangan unsur hara Si pada areal persawahan menjadi salah satu penyebab rendahnya produktivitas tanaman padi dewasa ini. Namun penelitian terdahulu, sepanjang penulis ketahui masih jarang yang meneliti pengaruh Si terhadap daya tahan padi terhadap hama penyakit tungro. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian pupuk silika dalam pengendalian penyakit tungro.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Loka Penelitian Penyakit Tungro. Penelitian menggunakan Rancangan Faktorial Dua Faktor dalam RAK (Rancangan Acak Kelompok). Faktor pertama adalah dosis pupuk, yaitu: Kontrol = L1 (tanpa perlakuan), L2 (NPK, sesuai dengan dosis dan metode yang umum digunakan oleh petani, yaitu urea 300 kg/ha, phonska 300 kg/ha), L3(1/3 dosis NPK + Si 1 lt/ha), L4(1/3 dosis NPK + Si 3 lt/ha), L5 (1/3 dosis NPK + Si 5 lt/ha). Faktor kedua adalah varietas, yaitu: *Taichun Native 1* atau TN1 (varietas peka), dan Inpari 9 (varietas yang tahan tungro). Komposisi unsur hara yang terkandung di dalam pupuk majemuk yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 1. Setiap unit perlakuan berukuran 3 m x 4 m, dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 30 unit percobaan.

Tabel 1. Komposisi Unsur Hara Pupuk Majemuk yang digunakan pada penelitian aplikasi pupuk silika dalam pengendalian tungro.

No.	Unsur	Jumlah
1.	Si	0,8-1,2 %
2.	P_2O_5	0,02 - 0,05 %
3.	Ca	0,07 - 0,08 %
4.	S	0,02 - 0,03 %
5.	Mn	8- 12 mg/L
6.	Cu	0,5-1,0 mg/L
7.	Mo	<0,01 mg/L
8.	N	60 - 80 mg/L
9.	K_2O	0,05-0,1 %
10.	Mg	0,05-0,1 %

11.	Fe	40 – 60 mg/L
12.	Zn	25 -30 mg/L
13.	B	0,01 – 0,04 mg/L

Sumber : Label Produk Pupuk (2016)

Pelaksanaan Penelitian

Persemaian dilakukan di luar petak penelitian. Bibit padi yang telah berumur kurang lebih 21

Tabel 2. Parameter Pengamatan

Parameter Pengamatan	Pelaksanaan	Waktu
Tinggi Tanaman	Diukur dari permukaan tanah sampai sampai ujung daun tertinggi	menjelang panen
Jumlah anakan	Dihitung jumlah anakan yang terbentuk	Menjelang panen
Jumlah malai	Menghitung jumlah malai pada 3 rumpun sampel	Menjelang panen
Hasil gabah	Ditimbang, kemudian dikonversi dalam kg/Ha pada Kadar Air (KA) 14%	Setelah panen
Gabah hampa per malai	Menghitung jumlah gabah hampa dari 3 rumpun sampel	Setelah panen
Gabah isi/ malai	Menghitung gabah isi dari 3 rumpun sampel	Setelah panen
Berat 1000 butir	Menimbang gabah 1000 butir, KA 14%,	Setelah panen
Panjang malai	Diukur dari leher sampai ujung malai	Setelah panen
Populasi Wereng hijau	Dilakukan menggunakan sweepnet, diayunkan sebanyak 10 ayunan ganda, secara diagonal pada plot pengamatan	2, 4, 6, 8 Minggu Setelah Tanam (MST)
Tungro	Secara visual, melihat ciri tanaman terserang tungro (daun kuning oranye, batang memendek, jumlah anakan berkurang)	2, 4, 6, 8 MST
Skor Kerebahan	Skor 1= Baik; 3=agak rebah; 5=rebah	Menjelang Panen

Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan uji F, dan jika berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji Tukey (Gomez and Gomez, 1995). Data diolah menggunakan software minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam pengaruh kombinasi perlakuan varietas dan pupuk silika (Si) terhadap berbagai parameter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Kombinasi Perlakuan Varietas Dan Pupuk Silika Terhadap Berbagai Peubah Pengamatan.

Parameter	Varietas	Pupuk	Interaksi
Tinggi tanaman	S	NS	NS
Jumlah malai	NS	NS	NS
Panjang malai	S	NS	NS
Jumlah anakan	NS	NS	NS
Skor kerebahan	NS	NS	NS
Gabah isi/malai	NS	NS	NS

Gabah hampa/malai	NS	NS	NS
Berat 1000 biji KA 14 %	NS	NS	NS
Hasil	S	NS	S
Serangan tungro	NS	NS	NS
Jumlah wereng	NS	NS	NS

Keterangan : S = Signifikan ($F_{hit} < F_{tabel}$ pada taraf uji 5%); NS = Non Signifikan ($F_{hit} > F_{tabel}$ pada taraf uji 5%);

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan varietas berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, panjang malai, dan hasil gabah per hektar. Perlakuan pupuk silika tidak menunjukkan hasil yang signifikan pada semua peubah. Interaksi antara varietas dan pupuk silika berbeda nyata terhadap hasil gabah per hektar. Secara rinci nilai rata-rata parameter tinggi tanaman, jumlah dan panjang malai, serta hasil gabah kering giling, pada perlakuan varietas disajikan pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm), Panjang Malai (cm), Hasil Gabah KA 14% (kg/ha) pada Perlakuan Varietas.

Parameter	Varietas TN 1	Varietas
		Inp.9
Tinggi Tanaman	51,4 ^b	53,6 ^a
Panjang Malai	23,3 ^b	24,0 ^a
Hasil	2167,0 ^b	3604,4 ^a

Huruf superscript yang berbeda dibelakang angka pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf uji Tukey 5%. Tabel 4 menunjukkan bahwa parameter tinggi tanaman, panjang malai, dan hasil gabah berbeda nyata pada perlakuan varietas. Terlihat bahwa varietas inpari 9 menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan TN1. Keunggulan yang diperlihatkan oleh inpari 9 tidak terlepas dari faktor genetik varietas tersebut. (Gardner *et al.* 1991) menyatakan bahwa tinggi rendahnya pertumbuhan dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang dipengaruhi oleh sifat genetik atau sifat turunan seperti umur tanaman, morfologi tanaman, daya hasil, kapasitas menyimpan cadangan makanan, ketahanan terhadap penyakit, dan lain-lain. Faktor eksternal merupakan faktor lingkungan, seperti iklim, tanah, dan faktor biotik. Perbedaan pertumbuhan yang diperoleh dipengaruhi oleh satu faktor atau lebih.

Tabel 5. Rata-Rata Jumlah Anakan, Jumlah Malai (Helai), Gabah Isi/Malai (g), Gabah Hampa/Malai (g), Bobot 1000 Biji KA 14% (g), Skor Kerebahan, Serangan Tungro (%), Wereng Hijau (Ekor) Pada Perlakuan Varietas Dan Dosis Pupuk Si.

Perlakuan	Ju mla	Jumlah malai	Gabah isi	Gabah Hampa	Berat 1000	Skor kerebahan	tungro	Wereng hijau
Varietas:								
TN1	7,9	7,5	106,9	17,1	11,9	1,5	1,6	4,0
Inp 9	8,7	7,8	116,9	18,2	11,8	1,9	1,0	4,3
Dosis:								
Kontrol	7,9	9,1	109,9	11,8	11,7	1,7	0,6	4,1

NPK	8,2	7,3	112,7	25,6	12,1	2,3	2,4	3,9
1/3NPK+ Si 1 lt Si	8,7	7,1	112,4	14,0	11,9	1,3	1,4	4,1
1/3NPK+3 lt Si	8,2	8,3	120,0	22,9	11,9	2,0	1,2	4,1
1/3NPK+5 lt Si	8,8	6,4	104,3	13,8	11,7	1,3	0,9	4,7

Tabel 5 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan varietas dan dosis pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan, jumlah malai, gabah isi, gabah hampa, berat 1000 biji, skor kerebahan, serangan tungro, dan jumlah wereng hijau yang diperoleh pada populasi tanaman. Parameter-parameter tersebut juga tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata untuk masing-masing faktor tunggal (varietas maupun maupun dosis pupuk).

Hasil yang diperoleh adalah varietas inpari 9 lebih tinggi pada jumlah malai, jumlah anakan, gabah isi, dan jumlah wereng hijau, dibanding varietas TN 1. Sedangkan varietas TN 1 lebih tinggi pada parameter berat 1000 biji, dan jumlah serangan tungro. Tabel ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah wereng hijau yang terdapat pada populasi varietas inpari 9 lebih banyak, namun jumlah serangan tungro pada varietas inpari 9 lebih kecil dibanding varietas TN 1. Hal ini berarti bahwa preferensi wereng hijau terhadap suatu varietas, tidak berbanding lurus dengan serangan tungro. Rendahnya tingkat serangan penyakit tungro pada inpari 9, karena varietas ini merupakan varietas yang dirakit untuk tahan virus tungro. Sesuai dengan pendapat (Wahab *et al.*, 2017), yang menyatakan bahwa Inpari 9 merupakan hasil varietas unggul baru padi spesifik lokasi, dimana memiliki keunggulan tahan terhadap penyakit tungro, dan memiliki potensi hasil 9,3 t/ha GKG.

Skor kerebahan pada inpari 9 lebih tinggi dibanding varietas TN1, hal ini kemungkinan disebabkan karena inpari 9 memiliki tinggi tanaman lebih tinggi dibanding TN 1. (Yamin and Moentono, 2005) menyatakan bahwa indeks kerebahan sangat berkaitan dengan tinggi tanaman. Tinggi tanaman yang sedang paling sesuai dan cenderung lebih tahan rebah dibanding tanaman yang lebih tinggi. Menurut (Silitonga *et al.*, 2003) kerebahan pada tanaman padi ditunjukkan dengan skala skor 1-3. Skor 1 menunjukkan tanaman tidak rebah, skor 2 menunjukkan tanaman agak rebah 2, dan skor 3 menunjukkan tanaman rebah (Silitonga *et al.*, 2003). Fakta ini menunjukkan bahwa perakitan varietas unggul, tidak mampu menjawab semua

kendala di lapangan, baik faktor biotik maupun abiotik. Sehingga penggunaan suatu varietas, haruslah berbasis pemecahan masalah yang bersifat spesifik lokasi.

Pemberian dosis pupuk 1/3 NPK + 5 liter Si menunjukkan hasil terbaik pada parameter jumlah anakan, sesuai hasil penelitian (Yohana *et al.*, 2013) dan skor kerebahan, masing-masing 8,8 anakan dan 1,3. Pupuk Si mampu menginisiasi penambahan jumlah anakan pada tanaman padi, namun tidak berkorelasi positif terhadap jumlah malai, gabah isi dan berat 1000 biji. Jadi, meskipun pemberian pupuk dapat meningkatkan jumlah anakan, namun anakan yang terbentuk bukan anakan yang produktif, karena tidak mampu menginisiasi munculnya malai pada tiap anakan, dan juga berpengaruh pada pengisian gabah, sehingga diperoleh banyak gabah hampa. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh terkurasnya hasil metabolit pada tanaman untuk menyokong pertumbuhan anakan, sehingga source (organ tanaman yang berperan aktif melakukan proses fotosintesis) tidak seimbang dengan sink (bulir padi) yang terbentuk. Menurut (Makarim dan Suhartatik, 2009), hasil gabah terkait dengan agihan bahan kering atau efisiensi fotosintesis. Oleh karena itu tingginya produksi biomassa tidak menggambarkan tingginya hasil gabah.

Perlakuan pupuk NPK Pada pemupukan NPK dengan dosis yang umum dipakai oleh petani setempat, menunjukkan hasil berat 1000 biji tertinggi, jumlah gabah hampa tertinggi, skor kerebahan tertinggi, dan jumlah serangan tungro tertinggi, masing-masing pada angka 12,1 gr; 2,3; dan 2,4 tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK dalam jumlah yang banyak dapat meningkatkan berat 1000 biji gabah, namun juga memiliki sisi negatif, yaitu dapat membuat tanaman lebih mudah rebah. Hal ini kemungkinan disebabkan tingginya dosis penggunaan pupuk N, dimana pupuk N berperan terhadap aktivitas fotosintesis (Yoshida, 1981) yang menyebabkan meningkatnya biomassa tanaman, namun jika dosis yang digunakan berlebih, dapat membuat tanaman menjadi sukulen. Tanaman sukulen akan memudahkan

tanaman menjadi rebah dan juga cenderung disukai oleh serangga, termasuk wereng hijau.

Skor kerebahan terendah juga ditunjukkan dengan pemberian Si, hal ini sesuai dengan pernyataan (Setyorini and Abdulrachman, 2008) yang menyatakan bahwa dengan adanya Si pada sistem pertanaman padi, batang tanaman menjadi lebih kuat dan kekar sehingga tanaman tidak mudah rebah.

Tabel 6. Hasil Gabah Kering Giling (Kg/Ha) pada Interaksi antara Varietas dan Pupuk Silika.

Perlakuan	Hasil
TN1* Tanpa pemupukan	2351.63 ^{ab}
TN1* NPK	1430.04 ^b
TN1* (1/3 dosis NPK+1lt/ha Si)	2238.71 ^{ab}
TN1* (1/3 dosis NPK+1lt/ha Si)	2477.00 ^{ab}
TN1* (1/3 dosis NPK+1lt/ha Si)	2337.41 ^{ab}
Inp 9* Tanpa pemupukan	3710.28 ^a
Inp 9* NPK	3215.19 ^{ab}
Inp 9* (1/3 dosis NPK+1lt/ha Si)	3674.18 ^a
Inp 9* (1/3 dosis NPK+3lt/ha Si)	3866.80 ^a
Inp 9* (1/3 dosis NPK+5lt/ha Si)	3555.29 ^a

Huruf superscript yang berbeda dibelakang angka pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf uji Tukey 5%. Interaksi antara dosis pupuk dan varietas berbeda nyata pada parameter hasil gabah kering giling (kg/ha). Varietas inpari 9 dengan dosis pemupukan 1/3 dosis NPK+3 lt pupuk cair Si menunjukkan hasil yang terbaik dibanding perlakuan lainnya yaitu 3866,80 kg/ha. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Yohana *et al.*, 2013); (Husnain *et al.*, 2011); (Voleti *et al.*, 2008) pada tanaman padi, dan (Kiswondo, 2011) pada tanaman tomat. Silikat diperlukan untuk menjadikan tanaman memiliki bentuk daun yang tegak (tidak terkulai), sehingga daun efektif menangkap radiasi surya dan efektif dalam

penggunaan hara N yang menentukan tinggi atau rendahnya hasil tanaman (Makarim *et al.*, 2007).

Pemupukan dengan dosis Si yang lebih tinggi, tidak menunjukkan hasil yang lebih baik hasil gabah kering gilingnya. Ini berarti bahwa pupuk Si kemungkinan telah mencapai titik kulminasi dalam hal peningkatan hasil gabah pada tanaman padi. Pemberian pupuk Si lebih dari dosis tersebut, hanya akan menyebabkan pengeluaran biaya, tanpa diikuti oleh peningkatan hasil tanaman.

KESIMPULAN

Terjadinya degradasi unsur Si pada lahan sawah salah satu penyebabnya adalah ikut terangkutnya sisa panen dari areal pertanaman, sehingga tanaman padi tidak tahan terhadap cekaman biotik maupun abiotik. Penggunaan pupuk Si pada padi, menyebabkan tanaman padi memiliki permukaan daun yang tebal dan batang yang kokoh, sehingga tidak mudah terserang hama penyakit.

Tungro merupakan penyakit pada padi, yang disebabkan oleh virus dan ditularkan melalui wereng hijau. Aplikasi pupuk Si pada varietas TN1 dan varietas inpari 9 tidak berpengaruh nyata pada penurunan tingkat serangan tungro, namun berpengaruh nyata meningkatkan gabah kering giling tanaman padi. Penggunaan pupuk Si belum dapat direkomendasikan untuk mengatasi masalah penyakit tungro sampai diperoleh dosis dan teknologi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfianis (2006) *Diferensiasi Empat Isolat Rice Tungro Bacilliform Badnavirus dengan PCR-RFLP*. Institut Pertanian Bogor.
- Faizal and Ladja Fauziah T (2010) 'Tungro: Permasalahan dan Strategi Pengendalian', in *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PBJ Dan PFJ XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*, pp. 114–117.
- Gomez, K. A. and Gomez, A. A. (1995) *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*, UI Press. Edited by Sjamsudin E and J. SB. Jakarta. doi: 10.2174/156802611796235107.
- Hibino, H. (1990) 'Resistance in Rice to Tungro Associated Viruses', *Plant Disease*, 74(11), pp. 923–926.
- Hibino, H. and Cabauatan, P. Q. (1987) 'Infectivity Neutralization of Rice Tungro-Associated

- Viruses Acquired by Vector Leafhoppers', *Phytopathology*, 77(3), pp. 473-476.
- Husnain, Rochayati, S. and Adamy, I. (2011) 'Pengelolaan Hara Silika pada Tanah Pertanian di Indonesia', *Balai Litbang Pertanian*, 10, pp. 237-246. Available at: [http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/lainnya/21- Husnain et al. - Pengelolaan Hara Silika pada Tanah Pertanian di Indonesia.pdf](http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/lainnya/21-Husnain%20et%20al.%20-%20Pengelolaan%20Hara%20Silika%20pada%20Tanah%20Pertanian%20di%20Indonesia.pdf).
- Kiswondo, S. (2011) 'Penggunaan Abu Sekam dan Pupuk ZA terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)', *Jurnal Embryo*, 8(1), pp. 9-17.
- Makarim, A. K. and Suhartatik, E. (2009) *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Sukabumi, Subang.
- Makarim, A. K., Suhartatik, E. and Kartohardjono, A. (2007) 'Silikon: Hara Penting pada Sistem Produksi Padi', *Iptek Tanaman Pangan*, 2(2), pp. 195-204.
- Nakata, Y.. (2008) 'Rice blast disease and susceptibility to pests in a silicon uptake-deficient mutant *lsi1* of rice', *Crop Protection*, 27, pp. 865-868. doi: 10.1016/j.cropro.2007.08.016.
- Praptana, R. H. *et al.* (2013) 'Patogenisitas Virus Tungro pada Varietas Tetua Padi Tahan Tungro', *Fitopatologi Indonesia*, 9(6), pp. 186-192. doi: 10.14692/jfi.9.6.186.
- Setyorini, D. and Abdurachman, S. (2008) 'Pengelolaan Hara Mineral Tanamana Padi'. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, pp. 109-148.
- Silitonga, T. S.. (2003) *Panduan Sistem Karakterisasi dan Evaluasi Tanaman Padi*. Edited by S. Moeljopawiro, B. Suprihatno, and I. N. Orbani. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Komisi Nasional Plasma Nutfah.
- Voleti, S. R.. (2008) 'Effect of silicon solubilizers on silica transportation , induced pest and disease resistance in rice (*Oryza sativa* L .)', *Crop Protection*, 27, pp. 1398-1402. doi: 10.1016/j.cropro.2008.05.009.
- Wahab, M. I. *et al.* (2017) *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Sukamandi: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Yamin, M. and Moentono, M. D. (2005) 'Seleksi Beberapa Varietas Padi untuk Kuat Batang dan Ketahanan Rebah Tinggi', *Ilmu Pertanian*, 12(2), pp. 94-102.
- Yohana, O., Hanum, H. and Supriadi (2013) 'Pemberian Bahan Silika pada Tanah Sawah Berkadar P Total Tinggi untuk Memperbaiki Ketersediaan P dan Si Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.)', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(4), pp. 1444-1452.
- Yoshida, S. (1981) *Fundamentals of Rice Crop Science*. Philippines: International Rice Research Institute.