

Silikon: Hara Penting pada Sistem Produksi Padi

A.K. Makarim, E. Suhartatik dan A. Kartohardjono¹

Ringkasan

Silikon (Si) banyak terkandung pada tanaman gramineae, seperti padi, jagung, dan tebu, terutama di permukaan daun, batang, dan gabah (padi). Tanaman kahat Si menyebabkan ketiga organ tanaman di atas kurang terlindungi oleh lapisan silikat yang kuat, akibatnya: (1) daun tanaman lemah terkulai, tidak efektif menangkap sinar matahari, sehingga produktivitas tanaman rendah/tidak optimal; (2) penguapan air dari permukaan daun dan batang tanaman dipercepat, sehingga tanaman mudah layu atau peka terhadap kekeringan; (3) daun dan batang menjadi peka terhadap serangan penyakit dan hama; (4) tanaman mudah rebah; dan (5) kualitas gabah (padi) berkurang karena mudah terkena hama dan penyakit. Akibatnya, hasil optimal tanaman tidak tercapai, kestabilan hasil rendah (fluktuatif) dan mutu produk rendah. Penggunaan kembali Si yang dahulu selalu diperhatikan pada budi daya padi, baik di luar negeri maupun di dalam negeri, hampir dapat dipastikan akan meningkatkan produktivitas, kestabilan dan kualitas hasil padi. Memopulerkan kembali penggunaan pupuk silikat pada tanaman padi saat ini sangat tepat, seiring dengan kebijakan pemerintah untuk meningkatkan produksi padi nasional sebesar 5%, dimana pemanfaatan lahan-lahan suboptimal, lahan-lahan endemik hama dan penyakit, serta lahan optimal dengan penggunaan pupuk N dosis tinggi semakin meluas dan intensif. Lahan-lahan tersebut memerlukan tambahan silikat.

Kebutuhan pangan, khususnya beras, terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, sedangkan usaha diversifikasi pangan berjalan sangat lambat. Peningkatan produksi padi nasional tetap menjadi prioritas pemerintah, karena beras selain sebagai makanan pokok penduduk Indonesia, juga sebagai barang ekonomi, sosial, dan politik. Oleh karena itu, perluasan areal panen dan peningkatan produktivitas padi menjadi suatu keharusan guna memenuhi kebutuhan di atas.

Dalam upaya perluasan areal tanam padi, lahan-lahan suboptimal seperti lahan kering, lahan sawah tadah hujan dan lahan rawa pasang surut (termasuk lahan gambut) dengan berbagai kendala biotik (hama dan penyakit) serta abiotik (kekeringan dan kesuburan rendah) akan turut dimanfaatkan guna mencukupi kebutuhan produksi nasional. Pada lahan-lahan semacam ini, tanaman padi perlu memiliki kandungan silikat yang cukup agar tanaman

¹ Peneliti Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

terlindung dari serangan hama dan penyakit, serta pertumbuhan tanaman yang tegar. Padahal pada tanah-tanah tersebut, terutama pada lahan gambut, kandungan silikatnya termasuk rendah.

Demikian pula pada lahan sawah beririgasi, di daerah endemik hama dan penyakit, yang menggunakan pupuk N dosis tinggi kadangkala terjadi ledakan hama dan penyakit yang berakibat pada penurunan hasil. Pengaruh negatif dari pemberian pupuk N tinggi adalah melemahnya jaringan tanaman (*succulent*), sehingga tanaman lebih peka terhadap serangan hama dan penyakit. Hal ini akan berdampak terhadap penurunan tingkat produktivitas, penurunan pendapatan, kerugian dan ketidak-pastian produksi. Kejadian ini dikhawatirkan akan semakin meluas dan semakin parah, apabila tidak ada upaya perbaikan dalam sistem produksi padi. Saran perbaikan tersebut adalah mengangkat kembali peran dan penggunaan silikat pada tanaman padi guna meningkatkan produktivitas dan menjaga kestabilan hasil yang sudah tinggi. Pengaruh positif silikon pada tanaman padi ini telah banyak dilaporkan di berbagai negara seperti Amerika Serikat, Jepang, Cina, Korea Selatan, Taiwan, India, Sri langka, Brazil dan Kolombia (Tisdale *et al.* 1993; Correa-Victoria *et al.* 2001; Takahashi *et al.* 1990).

Silikon (Si) merupakan salah satu unsur kimia kedua terbanyak di kerak bumi (*lithosphere*) yaitu 27,6% dan diserap oleh hampir semua tanaman dalam bentuk asam monosilikat (*monosilicic acid*) atau Si(OH)_4 . Tanaman sereal dan rumput-rumputan mengandung 0,2-2,0% Si, sedangkan dikotiledon mengandung sepersepuluhnya. Tanaman tertentu bahkan dapat mengandung 10% Si. Adanya fungsi Si dalam akar menyebabkan tanaman seperti sorgum menjadi toleran terhadap kekeringan.

Silikon terdapat dalam struktur dinding sel. Rumput-rumputan, *sedges* (rumput rawa), *nettles*, dan *horsetails* mengakumulasi Si dalam daunnya 2-20%. Silikon berfungsi memperkuat dinding jaringan epidermis dan jaringan pembuluh, mengurangi kekurangan air, dan menghambat infeksi jamur.

Meskipun peran Si dalam metabolisme pertumbuhan tanaman belum diketahui, namun pada tanaman tebu diketahui adanya kompleks enzim-Si yang berperan sebagai protektor dan regulator dalam proses fotosintesis dan kegiatan enzim. Silikon dapat menekan aktivitas enzim invertase dalam tebu, sehingga produksi sukrosa meningkat. Pengurangan aktivitas enzim fosfatase menyebabkan peningkatan penyediaan prekursor berenergi tinggi esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tebu dan produksi gula yang optimal.

Manfaat Si yang sudah diketahui antara lain (1) dapat mengurangi pengaruh keracunan Mn, Fe, dan Al yang sering terjadi pada tanah-tanah masam dan tanah-tanah berdrainase buruk; (2) mencegah akumulasi Mn pada daun tebu yang berupa spot-spot hitam; (3) menguatkan batang sehingga tanaman tahan rebah; (4) meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah;

(5) mengurangi transpirasi; dan (6) pada ketimun, pemberian Si dapat meningkatkan hasil, mengurangi penyakit embun tepung (*powdery mildew*) dan meningkatkan kesehatan tanaman secara umum.

Peran Silikon pada Tanaman Padi

Silikon tidak termasuk hara esensial tanaman pada umumnya, dikarenakan fungsinya secara fisiologis belum diketahui. Menurut definisi, unsur kimia mineral dapat dikatakan hara esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman apabila (1) unsur tersebut terlibat atau berfungsi dalam metabolisme tanaman; dan (2) tanaman tidak dapat melengkapi daur hidupnya bila tanpa unsur tersebut (Tisdale *et al.* 1993). Namun demikian, manfaat unsur Si pada tanaman-tanaman graminea, terutama padi dan tebu cukup penting dan telah diketahui sejak lama. Si diperlukan untuk menjadikan tanaman memiliki bentuk daun yang tegak (tidak terkulai), sehingga daun efektif menangkap radiasi surya dan efisien dalam penggunaan hara N yang menentukan tinggi/rendahnya hasil tanaman. Tanaman cukup Si memiliki daun yang terlapis silikat dengan baik, menjadikannya lebih tahan terhadap serangan berbagai penyakit yang diakibatkan oleh fungi maupun bakteri seperti blas, HDB. Dengan Si, batang tanaman menjadi lebih kuat dan kekar, sehingga lebih tahan terhadap serangan penggerek batang, wereng coklat, dan tanaman menjadi tidak mudah rebah. Si juga menyebabkan perakaran tanaman lebih kuat, intensif, dan menaikkan *root oxidizing power*, yaitu kemampuan akar mengoksidasi lingkungannya seperti ion fero (Fe^{2+}) menjadi feri (Fe^{3+}) sehingga pada lahan yang banyak besinya, tanaman tidak/sedikit mengalami keracunan besi atau lebih tahan; demikian pula Mn^{2+} yang biasanya dalam jumlah banyak meracuni tanaman menjadi berkurang karena teroksidasi menjadi Mn^{4+} . Tanaman yang kekurangan Si banyak kehilangan air dari tanaman (transpirasinya tinggi), karena permukaan daunnya kurang terlindungi silikat, sehingga tanaman mudah kekeringan. Pemberian Si menyebabkan tanaman lebih tahan kekeringan.

Pada tanaman padi fase anakan hingga inisiasi malai, batas kritik kandungan Si pada daun <5%, sedangkan pada fase pemasakan gabah tanaman yang kahat Si, jeraminya mengandung <5%. Nilai optimal konsentrasi Si dalam jerami adalah 8-10%. Bahkan menurut Tisdale *et al.* (1993) tanaman padi tanggap terhadap pemberian Si apabila jerami padi mengandung Si kurang dari 11%.

Si banyak terdapat pada lapisan epidermis di daun, pelepah daun dan batang (Takahashi 1995). Silikat diserap oleh akar, ditranslokasikan ke daun sehingga jaringan tersebut mengeras akibat Si. Serapan silikat pada tanaman padi sebanyak 6 kali serapan K, 10 kali serapan N, 20 kali serapan P_2O_5 , dan 30 kali serapan kalsium.

Secara umum pemberian silikat dapat memperbaiki fungsi fisiologi tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama, penyakit dan terhadap kerebahan. Pengaruh pemberian silikat paling nyata bila diberikan pada stadia generatif (perpanjangan bakal bunga), pemberian pada stadia vegetatif pengaruhnya tidak begitu besar terhadap komponen hasil padi (Takahashi 1995).

Penambahan silikat pada tanaman padi dapat meningkatkan jumlah gabah per malai dan bobot gabah isi per rumpun (Takahashi 1995). Peningkatan serapan silikat dapat menjaga daun tetap tegak sehingga fotosintesis dari kanopi dapat meningkat sampai 10% (Cock and Yoshida 1970 dalam Yoshida 1981).

Peran Silikat Dalam Ketahanan Tanaman Padi terhadap Penyakit

Penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. (Rossman *et al.* 1990) merupakan salah satu masalah utama dalam budidaya padi, terutama pada pertanaman padi gogo. Penyakit blas menyerang tanaman padi mulai dari tanaman muda sampai pada pengisian bulir padi. Gejala penyakit blas dapat muncul pada daun, buku batang, dan leher malai. Secara umum ada dua jenis serangan blas yaitu blas daun yang menyerang tanaman pada fase vegetatif dan blas leher malai yang menyerang pada awal pembungaan (Bonman 1992).

Serangan yang serius pada fase vegetatif dapat menyebabkan matinya tanaman dan pada fase generatif dapat menyebabkan patahnya leher malai dan bulir padi yang hampa (Ou 1985). Pada varietas yang rentan seperti PB36 dan PB50, serangan blas leher mencapai 90% dan kehilangan hasil pada varietas rentan Bicol dapat mencapai 50-90% (Amir dan Kardin 1991). Ketahanan tanaman padi terhadap penyakit blas dipengaruhi oleh adanya gen ketahanan pada tanaman inang, patogenesitas cendawan *P. grisea* dan faktor lingkungan (Ou 1985).

Penyakit blas yang biasanya menyerang tanaman padi lahan kering (gogo), dilaporkan Amir *et al.* (2000) juga menyerang pertanaman padi sawah. Varietas padi sawah IR64 dan Gilirang menunjukkan reaksi rentan terhadap penyakit blas. Dalam interpretasi lain, tanaman padi pada kondisi lahan kering (gogo) memang memiliki kandungan silikat yang lebih rendah dibandingkan pada lahan sawah, karena ketersediaan silikat pada lahan kering relatif lebih rendah dibandingkan pada lahan sawah. Akibatnya, tanaman padi gogo lebih sering terkena penyakit blas dan penyakit tanaman lainnya. Munculnya blas di lahan sawah, diduga disebabkan oleh kandungan silikat pada lahan sawah sudah mulai menurun, karena pengelolaan yang intensif sehingga kehilangan silikon tinggi (terdegradasi). Hal ini menyebabkan tanaman padi di sawah

Tabel 1. Pengaruh pemberian Si dan N bertingkat pada serangan penyakit blas pada tanaman padi di Jepang Timur Laut.

Takaran N (kg N/ha)	Tingkat infeksi blas		Kadar SiO ₂ daun (%) pada fase berbunga		Kadar N daun (%) pada fase berbunga	
	- Si	+ Si	- Si	+ Si	- Si	+ Si
0	6,4	2,6	6,5	9,4	2,30	2,26
36	9,5	1,7	4,5	9,2	2,38	2,14
72	16,7	2,6	3,9	7,9	2,40	2,39
108	19,3	5,0	3,3	7,8	2,73	2,24

Sumber: Ohyama (1985).

pun dapat terkena penyakit blas, begitupula penyakit-penyakit tanaman lainnya. Untuk mengantisipasi meluasnya penyebaran penyakit blas pada padi sawah, maka perlu mendeteksi kemungkinan kahat Si pada tanaman padi. Seperti telah dikemukakan sebelumnya, tanaman cukup Si memiliki lapisan epidermis yang kuat yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap serangan penyakit.

Pengaruh pemberian silikat (1,8 ton kalsium silikat) dan pupuk N bertingkat terhadap tingkat serangan penyakit blast disajikan pada Tabel 1. Serangan penyakit blast daun dan blast leher meningkat dengan pemberian pupuk N apabila silikat tidak diberikan. Dengan pemberian silikat, serangan blast menurun drastis. Ini membuktikan bahwa hara N membuat daun lebih lemah (*succulent*) sehingga rentan terhadap serangan penyakit seperti blast, sedangkan pemberian silikat dapat meningkatkan konsentrasi silikat pada daun atau melindungi daun sehingga lebih kuat dan serangan blast menurun. Penyakit lainnya seperti busuk batang pada padi berkurang dengan pemberian silikat sudah lama dilaporkan (Yoshii *et al.* 1958).

Peran Silikat dalam Ketahanan Tanaman Padi terhadap Hama

Pertanaman padi di lapang selalu diserang oleh berbagai hama, diantaranya yang utama adalah penggerek batang padi (PBP). Ada 4 jenis PBP yang ditemui di lapangan dan yang terbanyak yaitu penggerek batang padi kuning (PBPK). Larva PBPK meyerang tunas muda, serangan pada stadia tanaman vegetatif disebut sundep dan serangan pada stadia tanaman generatif disebut beluk. Serangan selama lima tahun terakhir, sejak tahun 2000 -2005, berturut-turut 92.150 ha; 93.596 ha; 75.921 ha; 86.322 ha; 77.314 ha dan 89.617 ha (Dir Perlintah 2006). Berbagai upaya dilakukan untuk mengendalikan hama

Tabel 2. Pengaruh pemberian silikat (dalam bentuk silika gel) terhadap indikator serangan penggerek batang padi.

Indikator serangan penggerek batang	Jumlah pemberian silika gel (gram/pot)			
	0	1,5	4,5	6,0
SiO ₂ dalam batang (%)	1,35	1,71	2,02	2,11
Jumlah larva menggerek batang padi	22	7	4	2
Bobot kotoran (mg)	139	29	11	9

Sumber: Ma dan Takahashi (2002).

ini diantaranya dengan menggunakan insektisida. Pengendalian dengan insektisida merupakan cara konvensional dan akan berpengaruh terhadap serangga bukan sasaran serta mencemari lingkungan. Oleh sebab itu, perlu diupayakan alternatif pengendaliannya.

Penelitian membuktikan bahwa pemberian silikat dapat menekan serangan hama seperti penggerek batang, wereng coklat, wereng hijau, dan hama punggung putih (Ma dan Takahashi 2002). Larva yang memakan tanaman yang mengandung SiO₂ kadar tinggi mengakibatkan alat mulutnya aus, sehingga tanaman terhindar dari serangannya (Sasamoto 1961). Senyawa SiO₂ dapat diformulasikan pula dalam bentuk pupuk. Bila pupuk SiO₂ tersebut diaplikasikan pada tanaman, maka kandungan SiO₂ tanaman akan meningkat, sehingga PBPK tidak menyukainya.

Pengaruh pemberian silikat terhadap tingkat serangan penggerek batang padi yang diekspresikan dalam bentuk jumlah larva dan berat kotorannya disajikan dalam Tabel 2. Semakin tinggi jumlah silika gel yang diberikan semakin tinggi konsentrasi SiO₂ dalam batang padi. Jumlah larva yang dapat menggerek batang padi berkadar Si rendah (1,35%) lebih banyak (22 ekor) dibandingkan dengan yang menggerek batang padi berkadar Si tinggi (2 ekor). Demikian pula jumlah kotoran larva yang dikumpulkan lebih berat pada yang tidak diberi silikat yaitu 139 gram, sedangkan yang diberi silikat dosis tertinggi hanya 2 gram/pot yang mengindikasikan menurunnya serangan penggerek batang padi dengan pemberian silikat.

Kandungan Silikon Tanah

Silikon pada kerak bumi terdapat sebesar 27,6%, kedua terbanyak, sedangkan kisarannya di dalam tanah adalah 23%-35%. Tanah-tanah berpasir yang belum terlapuk dapat mengandung hingga 40% Si, sedangkan tanah-tanah tropika

yang sudah terlapuk berat mengandung hanya 9% Si. Tanah-tanah tropika ini, seperti kebanyakan Oxisols dan Ultisols, mengandung Al- dan Fe-oksida yang tinggi setelah Si terlarut dan tercuci habis sewaktu proses pelapukan yang intensif. Silikon yang terlarut mengalami represipitasi sebagai mineral sekunder, suatu proses penting dalam perkembangan tanah. Sumber utama Si dalam tanah adalah mineral primer, mineral sekunder dan kuarsa (SiO_2). Kuarsa merupakan mineral utama dalam tanah, terkandung sebanyak 90-95% dalam fraksi pasir dan debu.

Tanah-tanah yang mengandung Si rendah adalah tanah-tanah yang terlapuk secara intensif di daerah beriklim basah/curah hujan tinggi. Ciri-ciri tanah yang mengandung Si rendah adalah (1) mengandung total Si rendah; (2) Al-dd tinggi; (3) kejenuhan basa rendah; (4) pH rendah; (5) kapasitas fiksasi P tinggi, disebabkan oleh tingginya Kapasitas Tukar Anion (KTA) dan tingginya kandungan Al- dan Fe-oksida; dan (6) Mn^{++} dan Fe^{++} tersedia bagi tanaman tinggi.

Asam silikat (H_4SiO_4^0) merupakan bentuk Si terbanyak di dalam larutan tanah. Pada konsentrasi yang tinggi, asam silikat ini akan berpolimerisasi membentuk presipitat silika amorf (SiO_2).

Dalam tanah, batas kritik Si adalah 40 ppm Si (menggunakan pengeksrak 1 M Na-asetat buffer pH 4). Pemberian Si ke tanah menyebabkan hara P lebih tersedia.

Neraca Pemasukan dan Pengeluaran Silikat pada Lahan Sawah

Tanaman padi menyerap Si dalam jumlah yang banyak dari sekitarnya, yaitu setiap 100 kg gabah kering giling (GKG) terserap 2,1 kg N; 0,5 kg P; 3,3 kg K; 0,7 kg Ca, dan 20 kg SiO_2 . Namun sebaliknya, tanaman padi mendapatkan silikat dari sekitarnya seperti dari air irigasi, jerami padi, kompos, dan pupuk silikat. Sebagai contoh kasus neraca hara silikat pada pertanaman padi dengan tingkat hasil 5,0 ton GKG/ha di Jepang dilaporkan Yakabe (1987) sebagai berikut:

Berdasarkan data Tabel 3 neraca silikat pada lahan sawah cenderung negatif, artinya tanah sawah secara terus-menerus mengeluarkan silikat untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman padi. Namun juga dapat dikaji lebih lanjut bahwa pengelolaan menentukan kondisi neraca. Apabila tanah sawah tidak cukup persediaan silikatnya, misalnya akibat telah lama terkuras atau memang rendah kandungannya, maka pemberian Si dalam bentuk pupuk atau kompos atau pengembalian residu tanaman perlu dilakukan.

Banyaknya sumbangan Si dari air irigasi untuk pertanaman padi juga turut menentukan perlu/tidaknya pemberian Si untuk tanaman padi. Sebagai

Tabel 3. Neraca silikat pada pertanaman padi di Jepang

	Jumlah silikat (kg SiO ₂ /ha)
Si ke luar dari sistem	
Si terserap tanaman	995
Si masuk ke dalam sistem	
Si pupuk	140
Si kompos	100
Si air irigasi	291
Si asal tanah (terkuras)	464

Sumber: Yakabe (1987).

gambaran, dari 380 contoh air sungai di Jepang konsentrasi SiO₂ rata-rata 21,6 ppm; terendah 4,1 ppm dan tertinggi 61,5 ppm. Apabila jumlah air irigasi untuk pertanaman padi diperlukan sebanyak 14.000 ton/ha/musim maka jumlah silikat yang masuk ke dalam sistem rata-rata adalah 302 kg SiO₂/ha.

Berdasarkan perhitungan neraca seperti di atas, maka untuk padi gogo dan padi sawah tadah hujan yang tidak menerima air irigasi atau Si dari air irigasi, maka pengurusan Si akan lebih besar lagi. Oleh karena itu tanaman padi gogo dan padi sawah tadah hujan lebih berpeluang kahat silikat dibandingkan padi sawah, serta tanamannya lebih rentan terserang hama dan penyakit, terutama blas.

Fomulasi Silikat Menjadi Pupuk Silikat-P

Mengingat besarnya peran silikat dalam tanaman padi, serta luasnya area pesawahan yang kemungkinan besar memerlukan silikat, baik karena rendahnya kandungan silikat pada tanah-tanah tertentu (lahan gambut dan tanah-tanah tua masam) maupun karena intensnya masalah hama-penyakit dan rendahnya kesuburan tanah, maka untuk menjaga ketersediaan silikat secara optimal diperlukan pupuk silikat. Untuk lahan sawah optimal (sawah irigasi) pupuk silikat diformulasikan mengandung SiO₂ 20-22%; P₂O₅ 10-12%; dan dosis pemberiannya sebanyak 200 kg/ha. Untuk lahan padi lainnya seperti sawah tadah hujan, lahan kering dan lahan rawa pasang surut formulasi pupuk silikat mengandung SiO₂ 24-26%; P₂O₅ 10-12%; dengan dosis pemberiannya sebanyak 200 kg/ha.. Dibedakannya formula untuk lahan sawah optimal dan suboptimal tersebut dimaksudkan untuk mempermudah dalam aplikasinya, dimana jumlah pupuk disamakan 200 kg/ha sedangkan jumlah Si dan P yang diperlukan tanaman padi pada kedua kondisi lahan tersebut berbeda, yaitu sedikit lebih banyak untuk lahan suboptimal dibandingkan lahan optimal.

Silikon yang memang berperan penting dalam tanaman padi, kini perlu diperhitungkan kembali sebagai salah satu “hara” yang bermanfaat banyak bagi tanaman padi. Perannya dalam meningkatkan produktivitas padi disebabkan oleh membaiknya sistem fotosintesis karena daun yang terlapis silikat lebih tegak tidak terkulai; serta daya serap akar lebih baik terhadap hara, sedangkan kelebihan besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) yang sering menghambat perkembangan akar dapat dikurangi. Dalam mempertahankan stabilitas hasil tinggi pada tanaman padi, silikat dapat melindungi permukaan jaringan tanaman sehingga tanaman lebih tahan terhadap penyakit, hama, dan kekeringan dengan cara mengurangi evaporasi berlebihan. Ini memungkinkan penggunaan pestisida dapat dikurangi, sebagian atau seluruhnya disubstitusi dengan silikat sehingga sistem budi daya padi lebih ramah lingkungan. Dalam meningkatkan kualitas gabah/beras, silikat melindungi kulit gabah sejak perkembangannya (fase bunga, matang susu, hingga matang) dari hama penghisap dan jamur jelaga sehingga gabah tetap bersih dan berisi.

Identifikasi daerah pertanaman padi yang kemungkinan besar memerlukan tambahan silikat akan sangat bermanfaat dalam upaya peningkatan produktivitas padi yang kini sudah memasuki lahan-lahan marjinal, lahan rawa (lahan gambut, masam, lebak), lahan tadah hujan dan lahan kering. Daerah endemik penyakit, keracunan besi, lahan berdrainasi buruk juga memerlukan tambahan silikat agar produktivitas padi dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, mengingat peran silikat pada tanaman padi yang besar perlu ditindaklanjuti dengan aplikasinya di lapang dapat mendukung peningkatan produksi padi nasional secara tepat: tepat waktu, tepat sasaran, dan tepat guna.

Pustaka

- Bonman, J.M. 1992. Durable resistance to rice blast disease environmental influences. *Euphytica* 63: 115-123.
- IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice. 4^{ed}, IRRI, Los Banos, Philippines.
- Ishii, S. 1964. Nutritional studies of the rice stem borer *Chilo suppressalis* Walker. *In: The Major Insect pests of the Rice Plant. Proceedings of a Symposium at IRRI.* Sept. John Hopkins Press, Baltimore, Maryland: 229-239
- Kardin, M.K., A. Mukelar, dan H.R. Hifni. 1995. Beberapa penyakit penting padi dan pengendaliannya. *Dalam: Kinerja Penelitian Tanaman Pangan Buku 2. Padi-Bioteknologi-Pemuliaan-Budi Daya dan Proteksi. Prosiding Simposium Penelitian Pangan III.* Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993.

- Manukata, K. and D. Okamoto. 1964. Varietal resistance to rice stem borer in Japan. *In: The Major Insect pests of the Rice Plant. Proceedings of a Symposium at IRRI. Sept. The John Hopkins Press, Baltimore, Maryland: 419 - 430*
- Okuda, A. and E. Takahashi. 1965. The role of silicon. p. 123-146, In International Rice Research Institute. The mineral nutrition of the rice plant. Proceedings of Symposium at the IRRI, February, 1964. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland.
- Ou, S.H. 1985. Rice disease. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England.
- Soejitno, J. 1991. Bionomi dan pengendalian hama penggerek padi. *Dalam Padi Buku 3. Puslitbangtan: 713-735.*
- Takahashi, E. 1995. Uptake model and physiological functions of silica. p. 420-433. *In: T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata (Eds.). Science of Rice Plant, Vol. 2, Physiology. Food and Agriculture Research Center, Tokyo.*
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.L. Havlin. 1993. Soil fertility and fertilizers, 5th edn. MacMillan , New York. 634 p.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI, Los Banos, Philippines.