

SILIKA (Si): UNSUR HARA PENTING DAN MENGUNTUNGKAN BAGI TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.)

Silicon (Si): Beneficial Element for Sugarcane (Saccharum officinarum L.)

DJAJADI

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Indonesian Sweetener and Fiber Crops Research Institute
Jl. Raya Karangploso Km 4 PO Box 199 Malang
Email: jaydjajadi61@gmail.com

Diterima: 17 Januari 2013; Disetujui: 10 Juni 2013

ABSTRAK

Silika (Si) merupakan unsur yang dominan terdapat dalam lapisan tanah, namun unsur ini terdapat dalam ikatan dengan senyawa lain, sulit larut dan belum siap diserap oleh tanaman. Sumber Si dalam tanah umumnya berasal dari batuan mineral dan bahan-bahan hayati. Tanaman tebu menyerap unsur Si paling banyak daripada unsur lainnya, yaitu selama 12 bulan pertumbuhannya dapat menyerap 400 kg Si/ha. Potensi defisiensi unsur Si dapat terjadi pada lahan-lahan yang ditanami tebu secara terus menerus. Pemupukan Si terbukti berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil tebu dan gula di beberapa negara penghasil gula tebu seperti Hawaii, Mauritius, South Afrika, Puerto Rico, Florida dan Australia. Di Amerika, pemupukan Si dilaporkan dapat meningkatkan produksi tebu sebesar 36% dan gula sebesar 50%. Meskipun bukan unsur hara yang esensial bagi tanaman tebu, tetapi unsur Si digolongkan sebagai unsur yang bermanfaat fungsional, yaitu berperan dalam pembentukan, penyimpanan, dan mempertahankan kandungan sukrosa, bahkan unsur ini berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit serta kekeringan. Namun demikian pemupukan Si di lahan tebu di Indonesia masih jarang dilakukan. Penelitian untuk mengidentifikasi status kandungan Si di lahan tebu sebagai dasar untuk menentukan strategi pemupukan Si yang dapat mendorong peningkatan produktivitas dan rendemen tebu di Indonesia sangat diperlukan.

Kata kunci: *Saccharum officinarum* L., Si, biotik, abiotik

ABSTRACT

Silicon (Si) is one of the most abundant elements in the earth's crust, but it is mostly inert and only slightly soluble and available to plants. Source of Si in the earth

are minerals and biogenic pools. Sugarcane is known to absorb more Si than any other mineral nutrient, with the potential to accumulate up to 400 kg/ha of Si during 12-month growth period. Due to sugarcane is planted more than one season in the same soil (ratoon system cropping), it might cause the soil has low content of Si. Significant effect of silicon treatment on both cane and sugar yields, have been reported in several countries including Hawaii, Mauritius, South Africa, Puerto Rico, Florida and Australia. In America, addition of Si fertilizer increased cane yield and sugar yield 36% and 50% respectively. However, in Indonesia Si fertilizer application on sugarcane land is still scare. In Indonesia, research is required with focus on identification of Si soil status to determine strategy of Si fertilizing in efforts to increase yield and maintain the sustainability of sugarcane cropping.

Key words: *Saccharum officinarum* L, Si, yield, biotic, abiotic

PENDAHULUAN

Si merupakan unsur yang paling banyak terdapat di dalam tanah dalam bentuk mineral alumunium silikat. Mineral tersebut dalam bentuk padat yang melalui proses pelapukan diurai menjadi sumber unsure yang tersedia bagi tanaman, oleh karena itu tanaman yang tumbuh di atas tanah, akan mengandung unsur Si yang terdapat dalam hampir semua jaringan dengan kadar antara 0,1 sampai 10% (Esptein, 1999).

Di dalam tanah, mineral silikat mengalami proses pelapukan, sehingga Si terdapat dalam bentuk asam silikat (H_4SiO_4). Kandungan asam silikat dalam larutan tanah tersebut bervariasi

antara 0.1-0.6 mM tergantung kandungan mineral Si, faktor biotik dan abiotik (Dreese *et al.*, 1989). Asam silikat tersebut merupakan komponen utama dalam larutan tanah yang berhubungan dengan akar tanaman, sehingga dapat langsung diserap oleh tanaman.

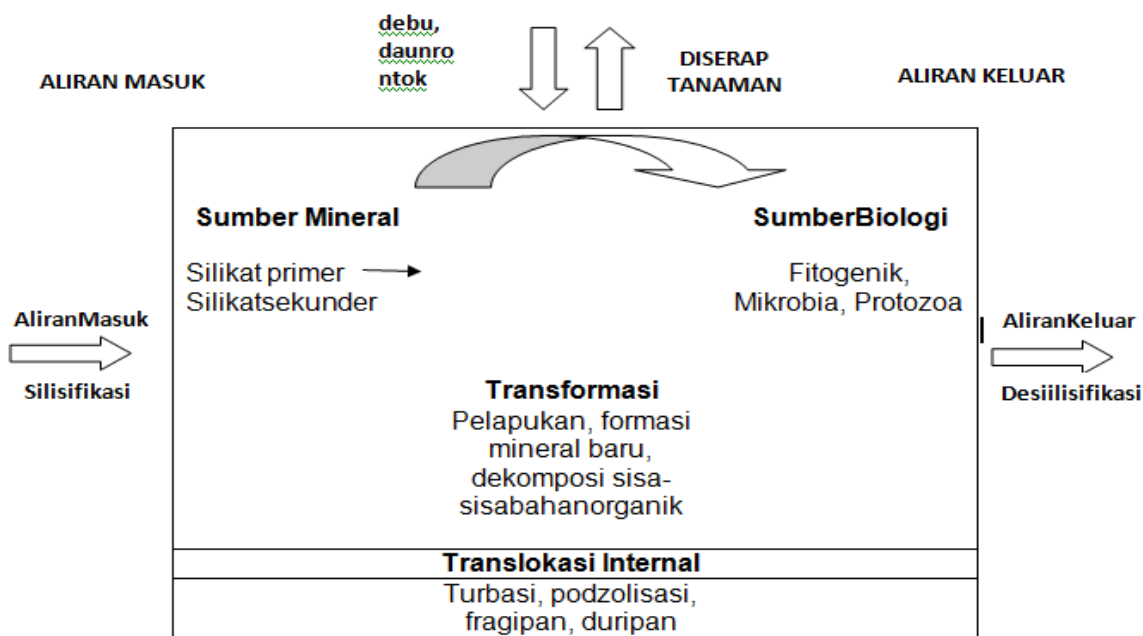
Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi Si dalam jaringannya berbeda-beda (Ma *et al.*, 2006). Beberapa peneliti berusaha mengelompokkan tanaman berdasarkan kemampuannya dalam mengakumulasi Si. Awalnya, Jones and Handreck (1967) membedakan tanaman dalam tiga kelompok berdasarkan kandungan Si dalam jaringan tanaman. Berat kering tanaman dikotil mengandung Si sebesar 0.1%, sedangkan tanaman yang tergolong pada keluarga rumput-rumputan yang tumbuh di lahan kering mengandung 1%, dan tanaman keluarga rumput yang tumbuh pada lahan basah (seperti padi) berkadar Si sampai lebih dari 5%. Takahashi dan Miyake (1977) secara lebih sederhana mengelompokkan tanaman dalam dua kategori berdasarkan kadar Si dalam berat kering daun, yaitu tanaman akumulator Si dan non akumulator Si. Tanaman akumulator Si mempunyai kadar Si dalam jaringan daunnya lebih dari 1%, sedangkan rata-rata kadar Si daun pada tanaman

yang tergolong non akumulator Si hanya sebesar 0.25%.

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*L.) tergolong tanaman akumulator Si, yang mengumpulkan unsur Si dalam bentuk silika gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan disimpan dalam jaringan tanaman tertentu, seperti batang dan daun (Meyer and Keeping, 2000). Kadar Si dalam tebu tersebut terkait dengan hasil tebu dan rendemen, serta ketahanannya terhadap hama dan penyakit. Tulisan ini menguraikan tentang peranan penting unsur Si bagi tanaman tebu, diawali dengan keberadaan Si di dalam tanah, dilanjutkan dengan esensi unsur Si bagi tanaman tebu di berbagai Negara dan pemanfaatannya.

Status Unsur Si dalam tanah

Di dalam tanah, unsur Si terdapat dalam jumlah yang besar yaitu mencapai 28,8% dari berat tanah dan terbanyak kedua setelah N (Wedepohl, 1995). Unsur Si ditemukan terkandung pada lebih dari 370 batuan mineral (Sommer *et al.*, 2006). Unsur ini merupakan unsure utama dari bahan induk tanah, sehingga Si dapat ditemukan di hampir semua jenis tanah. Namun demikian sebagian besar Si terikat dalam tanah dan hanya sebagian kecil yang terlarut dan



Gambar 1. Sumber, transformasi dan aliran unsur Si di dalam tanah (Sommer *et al.*, 2006)

tersedia bagi tanaman (Meyer dan Keeping, 2000).

Distribusi Si di dalam tanah dipengaruhi oleh bahan induk, iklim, vegetasi, tekstur, pedogenesis dan intensitas proses pelapukan tanah (Hallmark *et al.*, 1982). Kandungan Si total di dalam tanah diperkirakan mencapai 330.000 mg SiO₂/kg (Bowen, 1966).

Sumber Si di dalam tanah dikelompokkan menjadidua, yaitu dari batuan mineral dan bahan biologi (Sommer *et al.*, 2006). Sumber, transformasi dan aliran Si di dalam tanah didiskripsikan pada Gambar 1.

Si dari sumber bahan mineral terdiri dari tiga bentuk, yaitu: (1) Mineral primer dari bahan induk tanah, (2) Mineral sekunder (bentuk kristal) yang berkembang dari proses pembentukan tanah (terutama mineral liat), dan (3) Mineral mikro sekunder (kwarsa, opal CT, kalsedon) dan bentuk mineral sederhana (alofen, imogolit, opal A) yang berasal dari proses pembentukan tanah (Monger dan Kelly, 2002). Sumber Si dari bahan organik dapat berasal dari fitogen, mikrobia dan protozoa. Di dalam tanah, peranan mikroorganisme dalam transformasi Si melalui proses dekomposisi seresah tanamandan pelarutan mineral secara aktif (contohnya oleh hifa jamur).

Aliran unsur Si di dalam tanah melalui media air dalam bentuk larutan tanah (Sommer *et al.*, 2006). Di dalam larutan tanah tersebut, Si terdapat dalam senyawa asam silikat (H₄SiO₄), yaitu dalam bentuk asam mono silikat. Pada kondisi pH tanah tinggi, asam mono silikat akan membentuk senyawa polimer yang terdiri dari dua atau lebih unsur Si yang terikat dalam beberapa bentuk, seperti rantai, cabang atau kelompok spiral (Dietzel, 2000).

Konsentrasi Si dalam larutan tanah bervariasi, tergantung pada tingkat kelarutan senyawa Si primer dan sekunder di dalam tanah. Kelarutan senyawa tersebut dipengaruhi oleh suhu, ukuran partikel, komposisi kimia, dan keberadaan lapisan permukaan yang terputus (Drees *et al.*, 1989), contohnya mineral kwarsa mempunyai tingkat kelarutan 36–250 µmol/l dalam air tergantung ukuran partikel dan suhu (Dove, 1995), karena pada butiran kwarsa terdapat lapisan penutup dari bahan organik dan

Fe oksida, maka kelarutan kwarsa menjadi lebih rendah (Sommer *et al.*, 2006). Sebaliknya, silika amorf sintentis diketahui mempunyai kelarutan yang tinggi, yaitu 1800–2100 µmol/l (Drees *et al.*, 1989).

Di Indonesia, kandungan Si tersedia di dalam tanah tertinggi di antara negara-negara Asia (Kawaguchi and Kyuma, 1977). Namun demikian Darmawan *et al.* (2006) melaporkan bahwa ketersediaan unsur Si di tanah sawah pulau Jawa mengalami penurunan sebesar 11-20% selama tiga dekade. Penurunan ini terjadi akibat penanaman padi yang terus menerus sebanyak 2 sampai 3 kali setiap tahun. Oleh karena tanaman padi tergolong sebagai tanaman yang banyak menyerap unsur Si, penanaman yang terus menerus pada lahan yang sama akan menyebabkan terkurasnya unsur Si di dalam tanah.

Lahan-lahan sawah yang berlokasi di dataran rendah umumnya mengandung Si lebih sedikit daripada yang terletak di dataran tinggi. Hal ini disebabkan karena unsur Si pada lahan sawah dataran tinggi berasal dari abu vulkanik sedangkan pada sawah dataran rendah berasal dari bahan endapan sungai. Oleh karena itu Husnain *et al.*, (2008) melaporkan bahwa lahan sawah yang berlokasi di daerah aliran Sungai Citarum Jawa Barat, mengandung unsur Si lebih rendah daripada sawah yang berada di daerah aliran Sungai Kaligarang yang berkembang dari abu vulkanik. Selain itu budidaya yang dilakukan pada lahan yang sama secara terus menerus dengan tanaman jenis akumulator Si (seperti padi dan tebu) berpeluang menyebabkan menurunkan kadar Si. Menurut Bollich dan Matichenkov (2002) bahwa lahan sawah untuk budidaya padi atau tebu bila berkadar Si kurang dari 300 mg SiO₂/kg digolongkan sebagai lahan yang defisien Si, dan yang berkadar kurang dari 600 mg SiO₂/kg termasuk lahan yang berkadar Si rendah.

PERANAN Si PADA TANAMAN TEBU

Peranan menguntungkan pemupukan Si terhadap peningkatan hasil tebu, ketahanan terhadap cekaman biotik (seperti serangan hama dan penyakit) dan cekaman abiotik (misalnya cekaman kekeringan dan salinitas) dilaporkan

Tabel 1. Pengaruh pemupukan silika terhadap hasil tebu selama enam tahun

Perlakuan	Hasil Tebu 1		Hasil Tebu Keprasan				Rata rata
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	
	Ton/ha						
Tanpa Si	40	78,4	53,8	71,1	61,1	55,2	59,9
7,1 ton CaSiO ₃	63,5	92,2	62,1	83,9	72,8	68,5	73,8
14,2 ton CaSiO ₃	68,5	96,2	64,5	90,5	76,8	72,0	78,1

Sumber: Ross *et al.* 1974

oleh beberapa peneliti. Pada umumnya mereka menyimpulkan bahwa peningkatan pupuk Si akan meningkatkan kandungan Si dalam jaringan tanaman, yang seterusnya berakibat pada peningkatan hasil dan rendemen tebu.

Peningkatan Hasil

Penelitian tentang efektivitas pemupukan Si pada tanaman tebu banyak dilakukan di negara-negara Australia, Afrika Selatan, Brazil, Taiwan, India, Mauritius, Puerto Rico, Amerika Serikat (Meyer dan Keeping, 2000). Bahkan pemupukan Si sudah direkomendasikan dalam budidaya tebu di Hawaii dan Florida. Pengaruh pemberian pupuk kalsium silikat selama 6 tahun (mulai tebu tanam awal sampai tebu keprasan (*ratoon cane*) dilaporkan secara konsisten dapat meningkatkan hasil tebu (Tabel 1).

Dari Tabel 1 diketahui bahwa pemupukan Si sebanyak 14,2 ton CaSiO₃ per hektar meningkatkan rata-rata hasil tebu sebesar 30 %, yaitu dari rata-rata produksi 59,9 menjadi 78,1 ton/ha. Peningkatan hasil tebu tertinggi terjadi pada pemupukan Si pada hasil tanam tebu awal (*plant cane*), yaitu mencapai 71% (dari 40 menjadi 68,5 ton/ha), kemudian terjadi penurunan terhadap peningkatan hasil tebu dengan pemupukan 14,2 ton CaSiO₃ sebesar 30% pada hasil tebu tanaman keprasan. Penurunan tersebut dapat terjadi sebagai akibat diserapnya unsur Si oleh tanaman tebu dalam jumlah yang tinggi dan serapan tersebut semakin meningkat pada tanaman tebu keprasan daripada serapan tanaman tebu awal. de Camargo *et al.* (2011) dengan penelitian potnya membuktikan bahwa dengan semakin meningkatnya dosis pupuk Si maka serapan Si oleh tanaman tebu juga meningkat dan serapan pada tanaman keprasan

lebih besar daripada tanaman tebu awal (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pupuk Si perlu dilakukan setiap tahun pada tanaman tebu keprasan.

Tabel 2. Serapan unsur Si pada tanaman tebu tanam awal dan keprasan akibat peningkatan pupuk Si

Dosis pupuk Si g/pot	Serapan Si (g)		
	Tebu tanam awal	Tebu keprasan 1	Tebu keprasan 2
0	3.2	6.6	5.9
9.25	3.4	6.9	7.9
18.50	3.4	6.6	10.1
27.75	4.1	6.9	12.8

Sumber de Camargo *et al.* (2011)

Tanaman tebu tergolong keluargagramineae, yang mengakumulasi unsur Si dalam bentuk silika gel (SiO₂.nH₂O) dan disimpan dalam jaringan tanaman tertentu, seperti batang dan daun (Meyer dan Keeping, 2000). Selain unsur K, Si merupakan unsur utama dari abu dalam cairan tebu, dan merupakan penyusun utama dinding batang dan daun tebu.

Tebu menyerap unsur Si dari dalam tanah lebih banyak daripada unsur hara lainnya. Dalam analisis kimia menunjukkan bahwa selama 12 bulan masa pertumbuhan tebu di Puerto Rico, bagian atas tanaman mengandung 379 kg Si/ha, lebih tinggi daripada kandungan unsur N dan K, yang masing-masing sebesar 140 kg N/ha dan 362 kg K/ha.

Silicon (Si) diketahui sebagai unsur yang bermanfaat bagi tanaman tebu (Matichencov and Calvert, 2002). Unsur ini berperan dalam pembentukan, penyimpanan dan memper-

tahankan kandungan sukrosa dalam tebu. Oleh karena itu meskipun bukan sebagai unsur hara yang esensial bagi tanaman tebu, unsur Si digolongkan sebagai unsur yang bermanfaat fungsional bagi tebu (Meyer and Keeping, 2000). Respon peningkatan hasil pada pemupukan Si pada umumnya dikaitkan dengan beberapa mekanisme, yaitu (1) Meningkatkan serapan unsur P, (2) Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik (hama dan penyakit) dan abiotik (keracunan Al, Mn, dan Fe), dan (3) Memperbaiki pertumbuhan batang dan daun, serta (4) Meningkatkan ketersediaan air bagi pertumbuhan tanaman. Peningkatan hasil dan rendemen tebu dengan pemupukan Si telah dilaporkan di beberapa negara, seperti di Brazil (de Camargo *et al.*, 2011), di Afrika Selatan dan di Amerika (Matichenkov *et al.*, 2002). Namun demikian informasi tentang penelitian Si terhadap tanaman tebu di Indonesia masih sangat terbatas.

Produktivitas tebu di Indonesia mengalami penurunan. Pada tahun 1971, produktivitas tebu pernah mencapai tertinggi, yaitu sebesar 8,3 ton gula hablur/ha. Namun demikian pada tahun 2009 terjadi penurunan sekitar 23%, menjadi 6,4 ton/ha (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2010). Kemungkinan penurunan produktivitas tersebut antara lain disebabkan menurunnya kandungan Si dalam tanah (Husnain *et al.*, 2008). Akibat lainnya adalah serapan Si oleh tanaman tebu berkurang, sehingga peran Si dalam meningkatkan ketahanan tebu terhadap serangan hama dan penyakit juga menurun.

Strategi peningkatan produksi dan rendemen tebu di Indonesia dapat dilakukan dengan meningkatkan kandungan unsur hara Si dalam tanah melalui pemupukan, seperti dilakukan di beberapa negara produsen tebu. Di Afrika Selatan, Keeping *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemupukan Si dapat meningkatkan hasil dan rendemen tebu serta ketahanannya terhadap hama penggerak batang *Eldana saccharina* Walker (*Lepidoptera*, *Pyrallidae*). Di Amerika, pemupukan Si dilaporkan dapat meningkatkan produksi tebu sebesar 39% dan produksi gula sebesar 50% (Anderson *et al.*, 1991), yang terkait dengan meningkatnya serapan unsur hara P. Di Brazil, de Camargo *et al.* (2010) melaporkan bahwa

peningkatan dosis pupuk Si sampai 103 kg Si/ha dapat meningkatkan produksi tebu yang diikuti dengan meningkatnya kandungan Si dalam jaringan tanaman. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pemupukan Si meningkatkan hasil tanaman akumulator Si, seperti tebu dan padi. Namun demikian pengaruh pupuk Si pada tanaman tebu sepertinya juga dipengaruhi oleh tekstur tanah. Pada tanah-tanah yang bertekstur ringan, pemupukan Si lebih berpengaruh daripada tanah-tanah berat. Tubana *et al.* (2012) melaporkan bahwa penambahan unsur Si melalui pupuk CaSiO_3 sebanyak 4,94 ton/ha dapat meningkatkan produksi tebu dan produksi gula, masing-masing sebesar 12,36 ton/ha dan 1,45 ton pada tanah lempung berdebu. Namun demikian pemberian pupuk tersebut pada tanah liat tidak berpengaruh terhadap peningkatan produksi tebu dan gula.

Unsur Si juga mempunyai peranan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Liang (2008) menjelaskan beberapa mekanisme peran Si dalam membantu tanaman dalam menghadapi kekeringan adalah: (1) Memperkuat pertumbuhan tanaman melalui peningkatan fotosintesa dan aktivitas akar, (2) Meningkatkan tekanan osmosis dengan menurunkan laju transpirasi, (3) Merangsang aktivitas ketahanan antioksidan dan mengurangi peroksidasi lipid, dan (4) Memperbaiki plasma membran.

Peningkatan Ketahanan Terhadap Cekaman Lingkungan

Selama masa pertumbuhannya di lapang, tanaman tebu mengalami gangguan cekaman lingkungan, baik berupa gangguan dari organisme pengganggu tanaman (biotik) maupun berupa gangguan lingkungan seperti kekeringan dan salinitas (abiotik), yang semuanya berpengaruh terhadap penurunan produksi dan rendemen tebu. Dilaporkan oleh beberapa peneliti bahwa unsur Si mempunyai peranan yang dapat meningkatkan ketahanan beberapa tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Meyer and Keeping, 2006; Kvedaras and Keeping, 2007; Shi *et al.*, 2013).

Ketahanan terhadap Cekaman Biotik

Cekaman biotik pada tanaman tebu yang berupa serangan hama dan penyakit pada pertanaman tebu dapat menurunkan produksi dan rendemen tebu antara 10-50% (P3GI, 2008). Kerentanan tanaman tebu terhadap serangan hama dan penyakit ini antara lain disebabkan oleh rendahnya kandungan Si pada jaringan tanaman tebu, terutama dalam batang dan daun (Kvedaras and Keeping, 2007). Oleh karena itu peningkatan kandungan Si dalam jaringan tanaman tebu diharapkan dapat meningkatkan ketahanan tebu terhadap serangan hama dan penyakit.

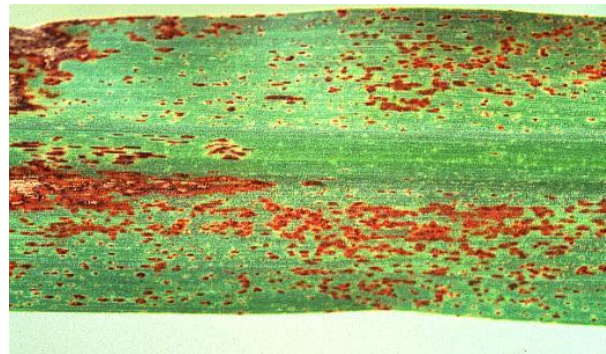
Salah satu hama utama tanaman tebu adalah penggerek batang *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Hama ini menyerang tebu dengan cara melubangi batang tebu, sehingga menyebabkan juga infeksi serangan jamur. Kvedaras *et al.* (2005) melaporkan bahwa varietas tebu yang rentan terhadap *Eldana saccharina* dapat diminimalkan kerusakannya dengan pemberian 10 ton kalsium silikat per hektar, sehingga dapat meningkatkan hasil gula. Hama utama lainnya yang menyerang tebu adalah penggerek pucuk, belalang coklat, belalang hijau yang menyerang daun dan kutu daun (Gambar 1).



Gambar 1. Kutu yang menyerang daun tebu

Unsur Si juga dilaporkan dapat mengurangi terjadinya serangan penyakit karat yang disebabkan jamur *Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow. Penyakit ini dianggap sebagai penyakit yang paling berbahaya bagi tanaman tebu karena sebarannya yang luas dan dapat mengurangi

hasil lebih dari 50% (Hoy dan Hollier, 2009). Serangan penyakit ini ditandai dengan bercak-bercak coklat di permukaan daun (Gambar 2). Dengan penelitian pemupukan Si yang dilakukan di Brazil selama 3 tahun, de Camargo *et al.* (2013) melaporkan bahwa peningkatan dosis pupuk Si dapat menekan serangan penyakit karat baik pada pertanaman tebu pertama (*plant cane*) maupun pada pertanaman tebu keprasan (*ratoon cane*). Penekanan serangan penyakit karat tersebut terkait dengan semakin meningkatnya kadar Si di daun dan di tanah.



Gambar 2. Gejala serangan penyakit karat pada daun tebu

Mekanisme ketahanan tanaman tebu terhadap serangan hama dan penyakit melalui proses proteksi dari unsur Si yang terakumulasi di dalam jaringan epidermis. Awalnya senyawa polimer Si mengisi kisi-kisi koloid selulose yang merupakan bagian dinding sel penyusun jaringan membran selulose, kemudian akumulasi Si akan membentuk lapisan dinding sel yang kuat sehingga berperan sebagai pelindung mekanis dari serangan hama dan infeksi penyakit (Takahashi dan Miyake, 1977).

Ketahanan terhadap Cekaman Abiotik

Beberapa peneliti melaporkan bahwa peranan Si juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman daripada cekaman abiotik, seperti kekeringan (Ma, 2004; Hattori *et al.*, 2007) dan salinitas (Romero-Aranda *et al.*, 2006; Mateos-Naranjo *et al.*, 2013). Pada tanaman sorgum yang ditumbuhkan pada kondisi kering, pemberian Si dapat meningkatkan pertumbuhan akar, fotosintesa dan konduktivitas stomata sebagai akibat daripada lebih tingginya efisiensi

penggunaan air daripada tanaman sorgum yang tumbuh pada media kering tanpa pemberian Si (Hattori *et al.*, 2005).

Asraf *et al.* (2010) melaporkan bahwa tanaman tebu yang ditumbuhkan pada media hidroponik berkadar garam 100 mmol/l NaCl dan diberi larutan Si sebanyak 2 mmol/l mempunyai pertumbuhan yang lebih baik daripada pertumbuhan tanaman tebu yang tumbuhkan pada media berkadar garam tinggi tanpa mengandung Si. Demikian juga halnya dengan Mateos-Naranjo *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa pemberian larutan silika sebanyak 500 μ M pada tanaman rumput *Spartina densiflora* yang ditumbuhkan pada media tanam yang konsentrasi garamnya tinggi dapat meningkatkan fotosintesa dan efisiensi penggunaan air, sehingga pertumbuhannya juga lebih tinggi dibanding tanaman yang tidak diberi larutan silika. Mekanisme peningkatan ketahanan rumput terhadap kadar garam tinggi tersebut terjadi karena unsur Si dapat menekan serapan Na dan meningkatkan konduktivitas stomata serta kandungan Ca dan Mg dalam jaringan daun (Mateos-Naranjo *et al.*, 2013). Penekanan serapan unsur Na oleh unsur Si tersebut terjadi karena terjadinya penumpukan unsur Si pada dinding sel daun (Matoh, 1986).

Peluang Pemupukan Si pada Tanaman Tebu di Indonesia

Di Indonesia, pemberian pupuk Si untuk budidaya tebu masih belum menjadi bagian rekomendasi pemupukan. Mengingat unsur Si diserap tanaman tebu dalam jumlah besar dan petani tebu masih banyak yang memelihara tebu keprasan sampai kurun waktu 12 tahun atau lebih, maka pemberian pupuk Si pada lahan tebu penting untuk dilakukan. Pemupukan Si tersebut diharapkan dapat meningkatkan produksi dan rendemen tebu mengingat peranan Si dalam meningkatkan ketahanan tanaan terhadap serangan hama dan penyakit.

Selain itu pemupukan Si penting dilakukan pada sentra-sentra pengembangan tebu pada lahan-lahan marginal, seperti pada lahan kering dan lahan yang berkadar garam tinggi. Saat ini Indonesia masih membutuhkan pengembangan lahan tebu seluas 420.000 ha (Hakim, 2010), yang

sebagian di antaranya merupakan lahan kering dan lahan salin. Namun demikian informasi tentang efektivitas pemupukan Si pada lahan tebu marginal masih terbatas. Diperlukan penelitian yang terkait dengan peranan unsur Si untuk mendukung produksi tinggi dan keberlanjutan usahatani tebu yang difokuskan untuk memetakan status kadar Si pada lahan-lahan pertanaman tebu.

KESIMPULAN

Unsur Si merupakan unsur yang bermanfaat bagi tanaman tebu karena perannya dalam proses pembentukan, penyimpanan dan mempertahankan kandungan sukrosa. Unsur ini diserap dalam jumlah yang lebih banyak oleh tanaman tebu daripada unsur hara lainnya, sehingga bagian atas tanaman mengandung 379 kg Si/ha, lebih tinggi daripada kandungan unsur N dan K, yang masing-masing sebesar 140 kg N/ha dan 362 kg K/ha. Peningkatan dosis pupuk Si dapat meningkatkan produksi gula sejak tebu tanam awal (*plant cane*) sampai tanaman keprasan (*ratoon plant*) dan ketahanannya terhadap ckanan biotik (hama dan penyakit) dan abiotik (kekeringan dan salinitas). Di negara-negara produsen tebu, pemupukan Si sudah menjadi rekomendasi dalam teknik budidaya. Di Indonesia pemupukan Si masih jarang dilakukan. Penelitian yang difokuskan untuk mengidentifikasi kadar Si tanah di sentra-sentra tebu perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, D.L., G.H. Snyder, and F.G. Martin, 1991. Multi-year response of sugarcane to calcium silicate slag on Everglade Histosols. *Agron. J.* 83:870-874.
- Ashraf. M, R. Rahmatullah, A.S.. Ahmad, M. Bhatti, A. Afzal, M. Sarwar, M. A. Maqsood and S. Kanwal. 2010. Amelioration of Salt Stress in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by Supplying Potassium and Silicon in Hydroponics. *Pedosphere* 20(2): 153–162.
- Bollich, P.K, V.V. Matichenkov. 2002: Silicon status of selected Louisiana rice and sugarcane soils. *Proceedings of the*

- Second Silicon in Agriculture Conference, 22–26 August 2002, Tsuruoka, Yamagata, Japan, pp. 50–53.
- Bowen, H.J.M. 1966: Trace Elements in Biochemistry. Academic Press, New York.
- Darmawan, K. Kyuma, A. Saleh, H. Subagio, T. Masunaga, T. Wakatsuki. 2006: Effect of long-term intensive rice cultivation on the available silica content of sawah soils: Java Island, Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 52: 745–753.
- de Camargo M.S, A.R.G. Júnior, G.H. Korndörfer. 2011. Silicate fertilization in tropical soils: silicon availability and recovery by sugarcane among three cycles. International Conference on Silicon in Agriculture September 13-18, Beijing, China.
- de Camargo, M.S, L. Amorim, A.R.G. Júnior. 2013. Silicon fertilisation decreases brown rust incidence in sugarcane. *Crop Protection* 53: 72-79
- Dietzel, M. 2000. Dissolution of silicates and the stability of polysilicic acid. *Geochim. Cosmochim. Acta* 64, 3275–3281.
- Dove, P. M. 1995. Kinetic and thermodynamic controls on silicereactivity in weathering environments, in White, A. F., Brantley, S. L. (eds.): Chemical weathering rates of silicate minerals. *Rev. in Mineralogy* 31, Mineralogical Society of America, Washington D. C., pp. 235–290.
- Dreese, L. R., L.P., Wilding, N.E Smeck, and A.L Senkayi. 1989. Minerals in Soil Environments, eds. Dixon, J. B. & S.B Weed. (Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI), pp. 914-974.
- Epstein, E., 1999, Silicon *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol.*, 50: 641-664.
- Hakim, M. 2010. Potensi Pengembangan Lahan Tebu di Indonesia. *Jurnal Agrikultura* 21 (1) : 5-12.
- Hallmark C.T., L.P. Wilding, N.E. Smeck. 1982. Silicon. *In Methods of Soil Analyses*, No. 9, Part 2. Eds Al Page, H. Miller and DR Keeney, pp. 263–273. American Society of Agronomy, Incorporation, Soil Science Society of America, Incorporation Publisher, Madison.
- Hattori, T., S. Inanaga, H. Araki, S. Morita, M. Luxová and A. Lux. 2005. Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum*, 123: 459–466.
- Hattori, T; S. Kaori, I. Shinobu, A. Ping, T. Wataru, A. Hideki, E.E. Anthony. S. Morita. 2007. Short term stomatal responses to light intensity changes and osmotic stress in sorghum seedlings raised with and without silicon. *Environmental and Experimental Botany* 60: 177–182.
- Hoy, J.W. and C. A. Hollier, 2009. Effect of Brown Rust on Yield of Sugarcane in Louisiana. *Plant Disiase*. 93:1171-1174.
- Huang L.Y., H.X. Li, X.M Zhang, W.S. Lu, Y.J. Liu. 2006: Silicate adsorption in paddy soils of Guangdong Province, China. *Pedosphere* 16 (5), 654–659.
- Husnain, T. Wakatsuki, D. Setyorini, Hermansah, K. Sato dan T. Masunaga. 2008. Silica availability in soils and river water in two watersheds on Java Island, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition* 54, 916–927.
- Jones, L. H. P. and K. A. Handreck, 1967. Silica in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*. 19, 107-149.
- Kawaguchi K, K. Kyuma. 1977: Paddy Soils in Tropical Asia, Their Material Nature and Fertility. University Press of Hawaii, Honolulu.
- Keeping M.G., J.H. Meyer. 2006. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana sacharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): Effects of silicon source and cultivar. *J. Appl. Entomol.* 130, 410-420.
- Keeping MG, Miles N, Sewpersad C, Sithole. 2011. The silicon: nitrogen interaction in relation to infestations of the stalk borer, *Eldana saccharina*, in sugarcane. *Proceedings of The 5th International Conference on Silicon in Agriculture*. September 13-18, 2011. Beijing, China.
- Kvedaras, O.L. and M.G. Keeping, MG. 2007. Silicon impedes stalk penetration by the

- borer *Eldana saccharina* in sugarcane. *Entomol exp appl* 125: 103-110.
- Ma, J.F., 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50, 11–18.
- Ma, J.F., Tamai, K., Yamaji, N., 2006. A Silicon transporter in rice. *Nature*, 440 (30): 688-691.
- Matoh, T. P. Kairusmee, E. Takahashi. 1986 Salt-induced damage to rice plants and alleviation effect of silicate, *Soil Sci. Plant Nutr.* 32: 295-304.
- Mateos-Naranjo, E., L. Andrades-Moreno, A.J. Davy. 2013 Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora* *Plant Physiology and Biochemistry* 63: 115-121.
- Matichenkov V.V., D.V. Calvert. 2002: Silicon as a beneficial element for sugarcane. *J. Am. Soc. Sugarcane Tech.*, 22: 21–30.
- Meyer, M.H. and M.G. Keeping. 2000. Review of research into the role of silicon for sugarcane production. *Proc. S AfrSug Technol Ass* 74: 29-40.
- Monger, H. C., and E.F. Kelly. 2002. Silica minerals, Chap. 20, in Dixon, J. B., Schulze, D. G.: *Soil Mineralogy with environmental applications*. Book Series SSSA No.7, Madison, WI, pp. 611–636.
- Pusat Data dan Informasi Pertanian. 2010. *Outlook Komoditas Pertanian Perkebunan*. Kementerian Pertanian. ISSN 1907-1507. 189 pp.
- P3GI. 2008. *Konsep Peningkatan Rendemen Untuk Mendukung Program Akselerasi Industri Gula Nasional*. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. 26 pp.
- Romero-Aranda, M.R., O. Jurado, J. Cuarte. 2006. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. *Journal of Plant Physiology* 163: 847–855.
- Ross, L.P., Y. Nababsing, and Wong You Cheong. 1974. Residual effect of calcium silicate applied to sugar cane soils. *Proc. Int. Cong. Soc. Sugar Cane Technol.* 15(2):539-542.
- Shi, Y., Y. Wang, T J. Flowers, H. Gong. 2013. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. *Journal of Plant Physiology* 170: 847– 853
- Sommer, M, D. Kaczorek, Y. Kuzyakov, and J. Breuer. 2006. Silicon pools and fluxes in soils and landscapes. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169:310–329.
- Takahashi, E. and Y. Miyake. 1977. Silica and plant growth. *Proc. Int. Semin. Soil Environ. Fertil. Manage. Intensive Agric.*, pp. 603-611.
- Tubana, B, C. Narayanaswamy, J. Lofton, Y. Kanke, M. Dalen, L. Datnoff. 2012. Impact of Silicon Fertilization to Sugarcane Grown on Alluvial Soils of Louisiana. *Journal American Society of Sugar Cane Technologists*. 32: 75.
- Wedepohl, K. H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochim. Cosmochim. Acta* 59, 1217–1232.