

Pengaruh Pupuk Silika terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Sawah pada Inceptisols

Effect of Silica Fertilizer on Lowland Rice Growth and Yield on Inceptisols

I G.M. Subiksa

Peneliti Balitbangtan di Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16124

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 04 Oktober 2018
Direview: 13 Oktober 2018
Disetujui: 26 Desember 2018

Kata kunci:

Silika
Pemupukan
Pertumbuhan tanaman
Ketahanan rebah
Dosis optimum

Keywords:

Silica
Fertilization
Plant growth
Lodging resistance
Optimum rate

Direview oleh:

Wiwik Hartatik, Ani Maftu'ah,
Linca Anggria

Abstrak. Pemupukan silikon (Si) pada lahan sawah di Indonesia tidak umum dilakukan mengingat pupuk ini belum dikenal luas. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi sangat memerlukan unsur Si untuk meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan terhadap serangan hama penyakit. Penelitian pengaruh pupuk silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah telah dilakukan pada lahan sawah dengan jenis tanah Inceptisols di Serang, Provinsi Banten, Indonesia. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas pupuk silika terhadap pertumbuhan dan produksi padi sawah serta menentukan dosis optimum pupuk silika. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan delapan perlakuan yaitu kontrol, NPK dan 6 tingkat dosis pupuk silika (SiO_2) yaitu 147 kg ha^{-1} , 294 kg ha^{-1} , 441 kg ha^{-1} , 588 kg ha^{-1} , 735 kg ha^{-1} dan 882 kg ha^{-1} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk mengandung silika meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan nyata yang ditandai dengan pertumbuhan tanaman lebih tinggi, anakan lebih banyak dan biomasa lebih banyak dibandingkan perlakuan NPK standar. Pemberian pupuk silika juga meningkatkan ketahanan terhadap rebah karena batangnya lebih kuat dan anakannya lebih banyak. Pemberian pupuk silika sebagai tambahan pupuk NPK juga meningkatkan produksi padi dengan nyata sebesar 117% dibandingkan kontrol dan 26,7% dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Dosis optimum pupuk silika yang direkomendasikan untuk padi sawah adalah $217 \text{ kg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$ sedangkan dosis maksimum sekitar $320 \text{ kg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$.

Abstract. Silicon (Si) fertilization on lowland rice is not a common practice in Indonesia because this fertilizer is not yet widely known. Previous research results show that lowland rice needs Si as a nutrient to increase crop growth and resistance to pest and disease attacks. This research on the effect of silica fertilizer on the growth and yield of lowland rice was carried out on Inceptisols lowland rice fields in Serang, Banten Province, Indonesia. The objectives of this study was to determine the effect of silica fertilizer on the growth and production of paddy rice and determine the optimum dose of silica fertilizer. The study used a randomized block design with 8 treatments consisting of control, NPK fertilizers, and 6 levels of silica fertilizer namely 147 kg ha^{-1} , 294 kg ha^{-1} , 441 kg ha^{-1} , 588 kg ha^{-1} , 735 kg ha^{-1} dan 882 kg ha^{-1} . The results showed that silica fertilization significantly increased plant growth, as characterized by higher plant height, more tillers, and higher biomass compared to standard NPK treatments. The silica fertilizer application also increased the resistance of rice plant to lodging because the stem is stronger and has more tiller. The application of silica fertilizer in addition to NPK fertilizer also significantly increased rice yield by 117% compared to full control without fertilizer or 26.7% compared to the standard NPK treatment. The recommended optimum rate of silica fertilizer for lowland rice is $217 \text{ kg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$ while the maximum dose is around $320 \text{ kg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$.

Pendahuluan

Intensifikasi lahan sawah dengan input pupuk nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) secara terus menerus, cenderung menguras ketersediaan unsur hara lainnya, antara lain unsur mikro dan silikon (Si). Kondisi ini diperparah lagi dengan kebiasaan petani tidak mengembalikan jerami ke lahan. Sumida *et al.* (1992) menyatakan bahwa titik kritis kandungan Si dalam tanah sawah adalah $300 \text{ mg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$. Namun beberapa peneliti lainnya menyatakan bahwa Si dinyatakan rendah bila kandungan Si $< 600 \text{ ppm}$ dan deficient bila $< 300 \text{ mg SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$ (Bollich dan Matichenkov 2002). Dobermann dan Fairhurst (2000) bahkan mengusulkan angka level kritis yang lebih rendah yaitu $86 \text{ mg SiO}_2/\text{kg}$. Hasil penelitian Husnain *et al.* (2012) sekitar 22,5% lahan sawah intensifikasi di Jawa Barat memiliki status Si rendah yang sebagian besar berada di jalur Pantura Kerawang dan

Subang. Lebih lanjut dilaporkan juga bahwa 76% dari 92 lokasi sawah di Sumatera Barat juga memiliki kandungan Si $< 300 \text{ mg SiO}_2 \text{ kg}^{-1}$.

Silicon (Si) tidak digolongkan sebagai unsur hara esensial, walaupun tanaman tertentu menyerap Si dalam jumlah lebih banyak dibandingkan dengan hara makro lainnya (Rodrigues dan Datnoff 2005). Beberapa tanaman, khususnya tanaman sereal, membutuhkan Si dalam jumlah yang banyak sehingga disebut sebagai unsur *beneficial*. Tanaman padi memerlukan Si dalam jumlah yang cukup besar, dimana tanaman menyerap sekitar $230 - 470 \text{ kg Si ha}^{-1}$ atau sekitar 2 kali lipat dibandingkan serapan N (Savant *et al.* 1997). Silikon yang diakumulasi dalam jaringan daun tanaman padi bisa mencapai 5% atau lebih. Konsentrasi Si yang tinggi di daun akan meningkatkan kanopi fotosintesis, meningkatkan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik serta berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman yang sehat

* Corresponding author: igm_subiksa@yahoo.co.id

dan hasil yang tinggi (Ma dan Takahashi 2002). Fungsi utama Si pada tanaman tidak sepenuhnya diketahui, namun pada tanaman padi fungsi Si adalah menguatkan batang tanaman sehingga tidak mudah roboh atau lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit. (Miyake dan Takahashi 1983).

Pemupukan Si pada tanaman padi di Indonesia belum umum dilakukan oleh petani. Namun mengingat produktivitas tanaman padi sawah intensifikasi telah mengalami *levelling off* dalam kurun waktu yang lama, pemupukan Si menjadi salah satu upaya untuk menanggulangi fenomena tersebut. Walaupun Si bukan tergolong hara esensial, namun beberapa jenis tanaman seperti padi, jagung, sorgum dan tebu memerlukan Si dalam jumlah yang banyak. Hasil penelitian menyebutkan tanaman padi memerlukan Si yang cukup besar sehingga rentan terhadap kekurangan Si. Gejala umum yang nampak dari tanaman padi pada tanah dengan kadar Si rendah adalah tanaman rentan terserang hama dan penyakit. Gejala lainnya adalah batang tanaman yang tidak kekar sehingga tanaman mudah roboh (Ma dan Yamaji 2006). Namun tanaman padi yang roboh, selain disebabkan kandungan Si yang rendah juga disebabkan oleh diameter pangkal batang kecil (Wan dan Ma 2003), berat biomas (Ma *et al.* 2000), sistem pengelolaan air dan pengelolaan tanaman (Guo *et al.* 2003; Yang *et al.* 2009). Hasil penelitian Siregar (2017) menunjukkan bahwa aplikasi Si pada tanaman padi dapat mengurangi serangan penyakit blast.

Status Si dalam tanah juga berkaitan dengan tingkat pelapukan tanah dan kelembaban tanah. Tanah dengan tingkat pelapukan lanjut dan memiliki curah hujan tinggi pada umumnya mengalami pencucian Si sehingga status ketersediaannya rendah. Oleh karenanya lahan sawah yang terbentuk pada tanah berpelapukan lanjut atau mendapat pengairan dari daerah berpelapukan lanjut akan memiliki status Si rendah. Husnain *et al.* (2012) mengemukakan bahwa lahan sawah di wilayah Sumatera Barat dan Jawa Barat cenderung memiliki kandungan Si lebih rendah dibandingkan wilayah seperti Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan curah hujan relatif rendah. Sistem pengelolaan bahan organik, ditengarai juga berkontribusi terhadap rendahnya Si dalam tanah sawah. Hasil penelitian Darmawan *et al.* (2006) menyatakan bahwa dalam tiga dekade terakhir telah terjadi penurunan Si tersedia lahan sawah di Jawa sebesar 11-20%. Hasil penelitian Takahashi (1974) menyatakan bahwa ketersediaan Si pada tanah tergenang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah kering.

Formula pupuk mengandung silika adalah pupuk anorganik majemuk campuran yang diformulasi dari abu terbang (*fly ash*). Potensi abu terbang sebagai bahan baku pupuk sangat besar karena ketersediaannya yang melimpah dari limbah PLTU (Aziz *et al.* 2006). Selain

untuk pupuk, abu terbang juga bisa digunakan untuk pembenah tanah pada lahan yang sudah mengalami degradasi (Hadijah dan Retno 2006). Pupuk yang diuji mengandung 49% silika kasar dan 8,5% Si yang larut dalam pengekstrak 0,5 N HCl. Selain Si, formula pupuk silika ini juga mengandung nitrogen (N), magnesium (Mg), seng (Zn) dan boron (B). Semua unsur hara ini sangat penting bagi pertumbuhan tanaman padi. Silikon penting sebagai penyusun dinding sel untuk menguatkan batang tanaman padi agar tidak mudah terserang hama dan penyakit. Sedangkan Nitrogen diperlukan untuk pembentukan klorofil dan sintesis protein dalam tubuh tanaman.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas pupuk mengandung silika terhadap pertumbuhan dan produksi padi sawah serta menentukan dosis optimum pupuk silika tersebut untuk tanaman padi sawah]

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada lahan sawah di Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ciruas Serang Banten. Lokasi penelitian adalah lahan sawah dengan irigasi teknis dari Sungai Ciujung pada MK. 2016. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari perlakuan kontrol yaitu tanpa pupuk sama sekali, Standar yaitu NPK sesuai dosis rekomendasi yaitu 300 kg/ha urea, 200 kg SP-36 dan 100 kg KCl serta 6 perlakuan pupuk silika. Uraian masing-masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi perlakuan

Table 1. Treatments description

No	Kode Perlakuan	Diskripsi Perlakuan (dosis pupuk per ha)
1.	Kontrol	Tanpa pemupukan
2.	Standar	300 kg urea, 200 kg SP-36 dan 100 kg KCl
3.	Hexa-1	147 kg SiO ₂ , 250 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl
4.	Hexa-2	294 kg SiO ₂ , 200 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl
5.	Hexa-3	441 kg SiO ₂ , 200 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl
6.	Hexa-4	588 kg SiO ₂ , 200 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl
7.	Hexa-5	735 kg SiO ₂ , 200 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl
8.	Hexa-6	882 kg SiO ₂ , 200 kg urea, 200 kg SP-36, 100 kg KCl

Untuk perlakuan pupuk silika, juga diberikan pupuk dasar urea 200 kg/ha, SP-36 200 kg/ha dan KCl 100 kg/ha, karena pupuk silika ini sudah mengandung N. Tanaman indikator menggunakan padi varietas Inpari 32 yang ditanam dengan jarak 20 x 20 cm, ditanam pada petak berukuran 5 m x 7 m. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan menerapkan *best management practices* (BMP)

untuk tanaman padi yang meliputi pengendalian hama dan penyakit, pengelolaan air yang baik dan pengendalian gulma secara mekanis. Pencegahan serangan hama penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida secara teratur. Pengelolaan air dilakukan dengan penggenangan yang diselingi drainase pada saat-saat tertentu seperti sebelum pemupukan atau pembentukan anakan.

Parameter yang diamati meliputi: analisis tanah sebelum tanam (tekstur, pH, bahan organik, status hara P dan K, basa-basa, KTK, status Si, Al-dd, Cu dan Zn) analisis pupuk (kadar Si, N, MgO, Zn dan B), pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah anakan, jumlah malai, bobot jerami, gabah kering panen, gabah kering giling. Untuk mengetahui kekuatan batang padi dan ketahanan rebah dilakukan pengukuran menggunakan alat “digital force gauge tention and compression tool”.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan data dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjutan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5 % untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Untuk mengetahui efektivitas pupuk mengandung silika maka dilakukan analisis dengan pendekatan *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) (Machay *et al.*, 1984) dengan persamaan sebagai berikut:

$$RAE = \frac{\text{Hasil pupuk yang diuji} - \text{kontrol}}{\text{Hasil pupuk standar} - \text{kontrol}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Tanah dan Pupuk Silika

Lahan sawah di lokasi penelitian adalah lahan sawah yang relatif baru mendapat irigasi teknis, dimana sebelumnya adalah berupa sawah tadah hujan. Berdasarkan hasil analisis contoh tanah yang diambil dari lokasi (Tabel 2), tanah tergolong memiliki reaksi masam (pH 5,1) dan kadar bahan organik tergolong sedang. Kandungan P₂O₅ HCl 25% tergolong tinggi, tetapi P₂O₅ terekstrak Bray I tergolong rendah. Hal ini kemungkinan terjadi jerapan P yang cukup tinggi oleh oksida besi, sehingga sulit tersedia untuk tanaman. Kalium terekstrak HCl 25% tergolong sangat rendah. Kondisi ini mungkin menjadi salah satu sebab tanaman sangat rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah tergolong sedang dan kompleks jerapan didominasi oleh kalsium (Ca), sementara itu kation-kation lainnya seperti Mg, K dan Na (natrium) tergolong rendah. Hara Si yang terlarut dalam tanah tergolong rendah (292 ppm SiO₂) menunjukkan bahwa tanah sawah ini tergolong dibawah ambang batas kritis 300 ppm sehingga

produktivitas tanaman akan cenderung melandai dan rentan terhadap serangan hama penyakit.

Pupuk silika adalah pupuk anorganik berbentuk granul, yang diklaim merupakan pupuk majemuk makro mikro. Hasil analisis pupuk menunjukkan bahwa pupuk ini mengandung 49% silika kasar, 8,5% Si terekstrak 0,5N HCl, 6% N, 5,75% MgO, 1,4% Zn dan 1,3 % Boron. Pupuk ini diformulasi dari abu terbang (*fly-ash*) limbah dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan bahan bakar batubara yang diperkaya dengan unsur nitrogen (N) dan unsur mikro seng (Zn) dan boron (B).

Tabel 2. Sifat tanah di lokasi penelitian di Ciruas, Serang, Provinsi Banten.

Table 2. Soil properties at the research site at Ciruas, Serang, Banten Province

Parameter	Satuan	Nilai	Keterangan
Tekstur :			
Pasir	%	12	Liat
Debu	%	36	
Liat	%	52	
pH (1 : 5)			
H ₂ O		5.1	Masam
KCl		4.1	
Bahan Organik :			
C	%	3,92	Sedang
N	%	0,35	Rendah
C/N		11	Rendah
P₂O₅ :			
Ekstrak HCl 25%	mg.100g ⁻¹	77	Sangat Tinggi
Ekstrak Bray I	ppm	15	Rendah
K ₂ O (HCl 25%)	mg.100g ⁻¹	3	Tinggi
Susunan Kation :			
Ca	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	6,16	Rendah
Mg	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	0,86	Rendah
K	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	0,18	Rendah
Na	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	0,05	Rendah
Jumlah	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	7,25	
KTK (NH ₄ OAc pH7)	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	19,32	Sedang
KB	%	37	Rendah
Al	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	0,37	Rendah
H	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	0,23	Rendah
Si	ppm	292	Rendah
Cu	ppm	3,2	Rendah
Zn	ppm	1,8	Rendah

Pertumbuhan tanaman

Pertumbuhan tanaman padi diekspresikan oleh perkembangan tinggi tanaman dan jumlah anakan per rumpun tanaman. Perkembangan tinggi tanaman dan jumlah anakan tanaman padi pada berbagai perlakuan ditampilkan pada Tabel 3. Tinggi tanaman padi menunjukkan kecenderungan berbeda berdasarkan

Tabel 3. Tinggi tanaman dan jumlah anakan padi pada umur 30 HST dan 60 HST

Table 3. Plant height and number of tiller observed 30 days after transplanting (DAT) and 60 DAT.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah anakan	
	30 HST	60 HST	30 HST	60 HST
Kontrol	49,15 c	81,11c	10,37 c	7,83 c
Standar (NPK)	56,28 b	98,39 b	15,43 b	14,43 b
SiO ₂ 147 kg ha ⁻¹	59,18 ab	102,08 ab	16,73 ab	16,13 ab
SiO ₂ 294 kg ha ⁻¹	61,73 a	101,89 ab	17,90 a	17,07 a
SiO ₂ 441 kg ha ⁻¹	58,59 ab	100,13 ab	17,07 ab	16,67 ab
SiO ₂ 588 kg ha ⁻¹	62,66 a	103,32 a	17,40 ab	16,93 a
SiO ₂ 735 kg ha ⁻¹	63,00 a	102,05 ab	18,90 a	16,93 a
SiO ₂ 882 kg ha ⁻¹	62,79 a	103,26 a	17,70 ab	17,03 a

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata berdasarkan DMRT 5%. Semua perlakuan dengan SiO₂ menggunakan NPK sebagai pupuk dasar (lihat Tabel 1).

perlakuan. Tanaman padi pada petak kontrol tampak lebih kerdil dari perlakuan lainnya dan ditandai dengan gejala klorosis (daun menguning) mulai daun yang lebih tua yang menandakan tanaman kekurangan N. Pemupukan dengan perlakuan NPK standar sesuai rekomendasi (Standar), menunjukkan pertumbuhan tanaman yang normal, Perbedaan tinggi tanaman karena perlakuan pupuk silika+NPK sudah nyata sejak tanaman berumur 15 hari lebih baik dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Perbedaan tinggi tanaman yang nyata diperlihatkan pada umur tanaman 30 hari setelah tanam (HST) dan konsisten sampai pertumbuhan generatif. Diantara perlakuan pupuk mengandung silika dengan dosis yang berbeda, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Jumlah anakan tanaman padi sudah menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan sejak awal vegetatif dan konsisten sampai pertumbuhan generatif. Pada perlakuan kontrol terlihat jelas pembentukan anakan sangat terhambat karena kekurangan hara untuk pertumbuhan tanaman yang sehat. Perlakuan pupuk silika pada dosis 294 kg SiO₂ ha⁻¹ disertai pupuk urea 200 kg, SP-36 200 kg dan KCl 100 kg ha⁻¹, nyata meningkatkan jumlah anakan dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk silika 294 kg ha⁻¹ efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Kandungan Si dan unsur mikro dalam pupuk ini diduga berperan dalam memacu pertumbuhan tanaman, karena dari hasil analisis tanah sebelum percobaan kandungan Si tergolong rendah.

Seiring dengan peningkatan jumlah anakan, pemupukan Si berpengaruh nyata terhadap jumlah malai per rumpun tanaman (Tabel 4). Dari hasil pengamatan, tidak semua anakan produktif berhasil membentuk malai, karena sebagian masih berbentuk malai terkulum.

Pemupukan dengan NPK standar, jumlah malai meningkat dari rata-rata 7,33 pada perlakuan kontrol menjadi rata-rata 10,87 atau 48%. Pemberian pupuk mengandung silika dengan dosis 149 kg SiO₂ ha⁻¹ ditambah urea 250 kg, SP-36 200 kg dan KCl 100 kg, meningkatkan jumlah malai lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk NPK standar menjadi rata-rata 12,13 malai atau meningkat 65% dibandingkan kontrol. Peningkatan lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan NPK standar diperoleh pada pemupukan Silika 294 kg SiO₂ ha⁻¹ menjadi rata-rata 12,50 malai atau lebih tinggi 15% dibandingkan pupuk NPK standar. Pemupukan silika dengan dosis yang lebih tinggi dari 294 kg SiO₂ ha⁻¹, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Dari data ini menunjukkan bahwa pupuk silika efektif memperbaiki pertumbuhan tanaman padi sawah.

Tabel 4. Jumlah malai per rumpun dan berat jerami kering tanaman padi

Table 4. The number of panicles per hill and dry matter straw of rice plant

Perlakuan	Jumlah Malai	Produksi Jerami Kering
	malai	ton ha ⁻¹
Kontrol (Tanpa pupuk)	7,33 c	3,42 b
Standar (NPK rekomendasi)	10,87 b	7,48 a
SiO ₂ 147 kg ha ⁻¹	12,13 ab	8,85 a
SiO ₂ 294 kg ha ⁻¹	12,50 a	9,11 a
SiO ₂ 441 kg ha ⁻¹	13,33 a	8,78 a
SiO ₂ 588 kg ha ⁻¹	12,63 a	9,70 a
SiO ₂ 735 kg ha ⁻¹	12,83 a	8,91 a
SiO ₂ 882 kg ha ⁻¹	13,29 a	7,93 a

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata berdasarkan DMRT 5%. Semua perlakuan dengan SiO₂ menggunakan NPK sebagai pupuk dasar (lihat Tabel 1).

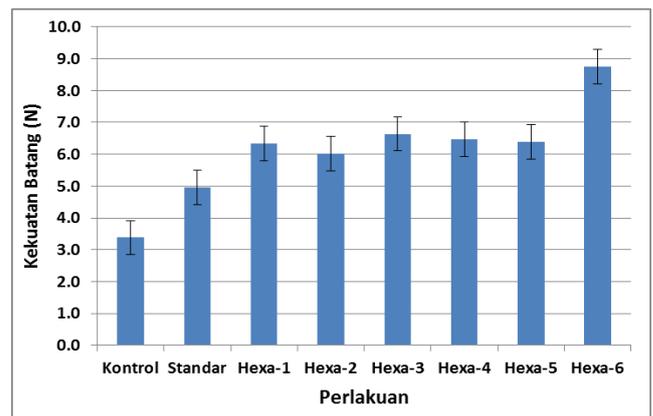
Seiring dengan membaiknya pertumbuhan tanaman, produksi biomas tanaman (jerami) juga menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan pemupukan silika. Perlakuan kontrol menghasilkan biomas rata-rata 3,42 t ha⁻¹ tergolong sangat rendah. Dengan pemupukan NPK standar, produksi biomas meningkat tajam menjadi 7,48 t/ha. Pemupukan dengan pupuk mengandung silika, sebagai input tambahan menunjukkan bahwa produksi biomas lebih tinggi dibandingkan hanya diberi pupuk NPK. Penambahan pupuk mengandung silika 147- 294 kg SiO₂ ha⁻¹, produksi biomas meningkat cukup tinggi yaitu menjadi 8,85 t ha⁻¹ dan 9,11 t ha⁻¹ atau meningkat antara 18 – 22% dibandingkan hasil biomas yang dicapai dengan pemupukan NPK standar. Hal ini membuktikan bahwa pemupukan dengan pupuk mengandung silika cukup efektif memperbaiki pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap meningkatnya hasil gabah. Pemupukan dengan pupuk silika dengan dosis yang lebih tinggi, tidak menunjukkan tren yang jelas, sehingga dosis 147- 294 kg SiO₂ ha⁻¹ dianggap sudah cukup optimal.

Ketahanan Fisik Tanaman

Tanaman yang tumbuh sehat seyogyanya diikuti dengan ketahanan fisik tanaman dari gangguan abiotik seperti angin atau biotik seperti hama dan penyakit. Ketahanan fisik tanaman yang diukur meliputi kekuatan batang (stem strength) dan ketahanan rebah (lodging resistance). Kekuatan batang adalah gaya dalam satuan Newton, yang diperlukan untuk mematahkan batang tanaman padi. Sedangkan ketahanan rebah adalah gaya yang diperlukan untuk mendorong rumpun tanaman hingga mencapai sudut 45°. Hasil pengukuran kekuatan batang menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika menyebabkan batang menjadi lebih kuat dibandingkan dengan perlakuan kontrol maupun standar NPK. Pada perlakuan kontrol, kekuatan batang hanya 3,38 Newton (N) dan NPK standar 4,96 N. Dengan perlakuan pupuk silika 147 kg SiO₂ ha⁻¹, kekuatan batang meningkat menjadi 6,33 N atau naik 87% dibandingkan kontrol. Kekuatan batang tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan pupuk silika 882 kg SiO₂ ha⁻¹. Peningkatan kekuatan batang disebabkan karena diameter batang lebih besar dan struktur batang lebih padat. Kondisi batang yang kuat akan mengurangi resiko serangan hama dan penyakit.

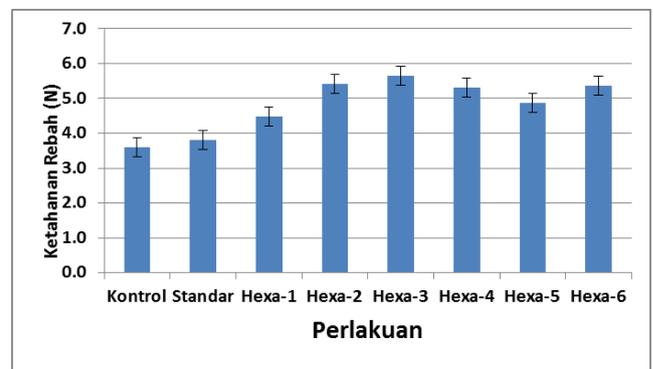
Ketahanan rebah ditentukan oleh kekuatan batang dan jumlah anakan per rumpun. Hasil pengukuran (Gambar 1) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika 294 kg SiO₂ ha⁻¹ meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap rebah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan NPK standar. Pada perlakuan kontrol, ketahanan terhadap rebah sekitar 3,59 N, tidak berbeda nyata dengan perlakuan NPK

standar. Dengan pemupukan silika 294 kg SiO₂ ha⁻¹, ketahanan rebah meningkat menjadi 5,40 N atau meningkat 50% dan tertinggi pada perlakuan pupuk silika 441 kg SiO₂ ha⁻¹ menjadi 5,65 N. Batang yang kuat dan tahan rebah bisa menahan kekuatan hembusan angin, sehingga tanaman padi tidak roboh yang bisa menyulitkan panen dan mengurangi produktivitasnya. Ma and Yamaji (2006) menyatakan bahwa kekuatan batang dan ketahanan terhadap rebah berkaitan dengan kandungan Si dalam sel tanaman. Sedangkan Zhang *et al.* (2010) menyatakan bahwa Si memperbaiki proses lignifikasi dan silifikasi sel sclerenchyma, meningkatkan kandungan selulosa dan diameter batang sehingga tanaman lebih tahan terhadap rebah.



Gambar 1 . Pengaruh perlakuan terhadap kekuatan batang (Lihat Tabel 1 untuk keterangan perlakuan)

Figure 1. The effect of treatment on stem strength (please see Table 1 for treatment description)



Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap ketahanan rebah (Lihat Tabel 1 untuk keterangan perlakuan)

Figure 2. The effect of treatment on lodging resistance (please see Table 1 for treatment description)

Produksi Gabah

Rata-rata produksi gabah kering giling ditampilkan pada Tabel 4. Penambahan pupuk silika berpengaruh nyata terhadap produksi gabah kering giling dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa pupuk dan perlakuan NPK standar. Produksi gabah yang diperoleh dari pemupukan NPK disertai pupuk silika 300 kg/ha ternyata lebih tinggi 87,7% dibandingkan kontrol dan 18,3% lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan NPK standar. Produksi gabah tertinggi diperoleh dari perlakuan pupuk silika 441 kg SiO₂ ha⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk silika yang lebih rendah maupun dosis yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk silika efektif meningkatkan produksi padi. Lindsay (1979) menyatakan bahwa tanah-tanah yang sudah mengalami pelapukan lanjut akan sangat sedikit mengandung Si sehingga pembenah tanah atau pupuk yang mengandung Si akan sangat penting untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Tabel 4. Produksi gabah dan nilai keefektifan agronomik relatif (RAE) pupuk silika.

Table 4. The unhusk rice yield and relative agronomic effectiveness (RAE) value of silica fertilizer.

Perlakuan	Produksi ton GKG ha ⁻¹	RAE %
Kontrol (Tanpa pupuk)	3,65 c	
Standar (NPK rekomendasi)	5,79 b	100
SiO ₂ 147 kg ha ⁻¹	6,85 ab	150
SiO ₂ 294 kg ha ⁻¹	6,82 ab	148
SiO ₂ 441 kg ha ⁻¹	7,03 a	158
SiO ₂ 588 kg ha ⁻¹	6,73 ab	144
SiO ₂ 735 kg ha ⁻¹	6,80 ab	147
SiO ₂ 882 kg ha ⁻¹	6,79 ab	146

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata berdasarkan DMRT 5%. Semua perlakuan dengan SiO₂ menggunakan NPK sebagai pupuk dasar (lihat Tabel 1). GKG = gabah kering giling

Machay *et al.* (1984) menghitung tingkat keefektifan pupuk silika yang diuji dengan indek relative agronomic effectiveness (RAE). Berdasarkan perhitungan nilai indek RAE tersebut, nilai RAE aplikasi pupuk silika ditampilkan pada Tabel 4. Nilai RAE pemupukan silika berkisar antara 144 – 158% yang menunjukkan bahwa pemupukan mengandung silika efektif meningkatkan produktivitas padi sawah pada lahan sawah yang memiliki ketersediaan Si tanah lebih rendah dari batas kritis 300 mg SiO₂ kg⁻¹.

Peningkatan produksi gabah karena pemupukan silika disebabkan karena multi efek. Pupuk silika adalah pupuk yang memberikan reaksi basa dan mengandung MgO cukup tinggi, sehingga kondisi tanah yang masam bisa diperbaiki. Tan (1998) menyatakan bahwa Si yang mudah

larut dalam bentuk asam silikat mampu meningkatkan ketersediaan P yang terfiksasi melalui proses substitusi anion. Silikon juga diduga menstimulasi serapan hara dan fotosintesis tanaman (Smith, 2011), serta menguatkan batang padi sehingga lebih tahan terhadap hama dan penyakit. Siregar (2017) menyatakan bahwa Si berpengaruh pada kepadatan stomata daun sehingga aktivitas fotosintesis makin tinggi dan efisien. Pupuk silika mengandung unsur mikro Zn dan B yang ketersediaannya rendah akibat pemupukan yang intensif sebelumnya.

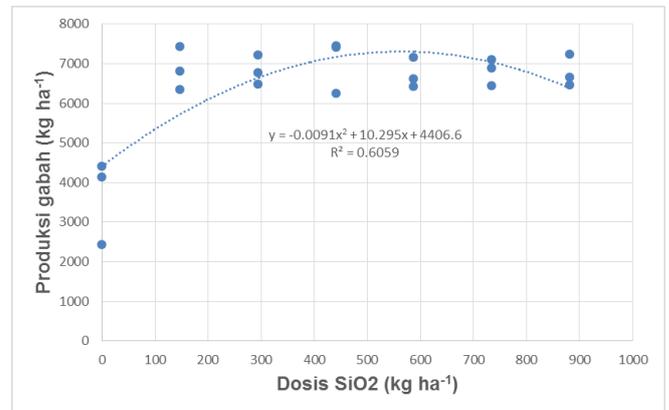
Peningkatan produksi karena pemupukan silika cukup tajam pada dosis 149 kg SiO₂ ha⁻¹. Pada dosis yang lebih tinggi tidak terjadi peningkatan produksi yang berarti (Gambar 3). Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara dosis pemberian pupuk silika dari dosis 0 – 882 kg SiO₂ ha⁻¹ dengan produksi gabah, dengan persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = -0,0091X^2 + 10,295X + 4406,6$$

Dimana:

Y = produksi gabah kering giling (kg ha⁻¹)

X = dosis pupuk silika dalam bentuk SiO₂ (kg ha⁻¹)



Gambar 3. Kurva hubungan dosis pupuk silika dengan produksi gabah.

Figure 3. Relationship curve of silica fertilizer and unhusk rice yield

Dengan persamaan tersebut maka proyeksi gabah maksimum dapat dicapai dengan pemberian dosis pupuk silika 566 kg SiO₂ ha⁻¹. Potensi produksi yang mungkin diperoleh dengan dosis pupuk tersebut adalah 7318 kg GKG ha⁻¹. Produksi gabah yang dihasilkan dari penambahan pupuk silika meningkat sebesar 66% jika dibandingkan perlakuan kontrol, atau meningkat 26% jika dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Berdasarkan pengalaman empiris, dosis pemupukan yang optimum yang direkomendasikan adalah dosis pupuk untuk mencapai 95% produksi maksimum yaitu dikisaran produksi 6.952 kg GKG ha⁻¹. Berdasarkan ketentuan

tersebut maka untuk mencapai produksi tersebut diperlukan sekitar 365 kg SiO₂ ha⁻¹ disertai dengan pupuk urea 200 kg, SP-36 200 kg dan KCl 100 kg/ha. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa dosis rekomendasi pupuk mengandung silika untuk lahan sawah dengan tanah yang mengalami pelapukan lanjut direkomendasikan pada dosis 365 kg SiO₂ ha⁻¹, digunakan sebagai pupuk tambahan selain pupuk NPK. Mengingat pupuk silika pada umumnya merupakan pupuk lepas lambat, maka dosis rekomendasi tersebut cukup untuk 2 musim tanam.



Gamkbar 4. Tampilan kondisi tanaman pada perlakuan kontrol, standar dan pupuk silika

Figure 4. Appearance of plant growth with control, standard and silica fertilizer treatments.



Gambar 5. Pengukuran ketahanan rebah (lodging resistance)

Figure 5. Lodging resistance measurement

Kesimpulan

Pemupukan dengan pupuk mengandung silika meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan nyata yang ditandai dengan pertumbuhan tanaman lebih tinggi, anakan lebih banyak dan biomasa lebih banyak dibandingkan perlakuan NPK standar. Pemberian pupuk silika juga meningkatkan ketahanan terhadap rebah karena batangnya lebih kuat dan anakannya lebih banyak.

Pemberian pupuk mengandung silika dengan dosis maksimum 566 kg SiO₂ ha⁻¹ sebagai tambahan pupuk NPK juga meningkatkan produksi padi sampai 7,32 t ha⁻¹ atau meningkat sebesar 66% dibandingkan kontrol dan 26% dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Dosis optimum pupuk mengandung silika yang direkomendasikan untuk padi sawah adalah 365 kg SiO₂ ha⁻¹ dengan proyeksi hasil optimum 6,95 t ha⁻¹.

Pemupukan silika dilakukan setiap 2 musim tanam atau sekali dalam 1 tahun karena sifatnya pupuk lepas lambat (*slow release*).

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Penelitian Tanah dan CV. Hexanova Kartika yang telah mendanai penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada staf teknis Balai Penelitian Tanah yang ikut membantu pelaksanaan penelitian di lapang.

Daftar Pustaka

- Aziz M, Ngurah A, Lili T. 2006. Karakterisasi Abu Terbang Pltu Suralaya Dan Evaluasinya Untuk Refraktori Cor. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Nomor 36 Tahun 14, 2006.
- Bollich PK, Matchenkop VV. 2002. Silicon status of selected Louisiana rice and sugarcane soils. Proceeding of the 2nd Silicon in Agriculture Conference, 22-26 August 2002, Tsuruoka, Yamagata Japan pp 50-53.

- Darmawan, Kyuma K, Saleh A, Subagyo, Matsunaga, Wakatsuki T. 2006. Effect of long term intensive rice cultivation on the available silica content of sawah soils in Java Island, Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutrition* 52: 745-753. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-0765.2006.00089.x>
- Dobermann A, Fairhurst T. 2000. *Rice: Nutrient Disorder and Nutrient Management*. Singapore and Los Banos: Potash and Phosphate Institute (PPI) and International Rice Research Institute (IRRI) Los Banos, Philippine.
- Gou YH, Zhu SG, Zhang BL, Du H. 2003. Influence of different cultivation condition on biochemistry components of rice culms. *J Shenyang Agric Univ.* 34(1): 4-7. (in Chinese with English abstract)
- Hadijah, N R, Retno D. 2006. Penelitian Abu Batu Bara Sebagai Pembenh tanah: Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Parameter Kualitas Tanah (Derajat Keasaman Tanah (pH-H₂O), Mn, Fe, P-Total Dan P-Tersedia). *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, Nomor 36.
- Husnain, Aflizar, Darmawan, Masunaga. 2012. Study on silicon status in Indonesia. *Proceeding of the 5th International Conference on Silicon in Agriculture*, September 13-18, 2011, Beijing.
- Lindsay WL. 1979. *Chemical Equilibria in Soil*. John Wiley and Sons, New York, Leichester, Brisbane, Toronto.
- Ma GH, Deng QY, Wan YZ, Wang XH. 2000. Resistant physiology to lodging and morphological characters of super hybrid rice: Differences of Si, K, and fiber contents of the plant between Pei'ai64S/E32 and Shanyou63. *Hunan Agric. Univ. Nat Sci.* 26(5) 329-331. (in Chinese with English abstract).
- Ma JF, Yamaji N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends Plant Sci.*, 11: 392-397. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>.
- Ma JF, Takahashi. 2002. *Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan*. Elsevier, Amsterdam.
- Machay AD, Syers JK, Gregg PEH. 1984. Ability of chemical extraction procedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27:219-230.
- Miyake Y, Takahashi E. 1983. Effect of silicon on growth of solution culture cucumber plant. *Soil Sci. Plant Nutrition* 29:71-83.
- Rodrigues FA, Datnoff LE. 2005. Silicon and rice disease management. *Fitopatol. Bras.* 30(5):457-469. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582005000500001>.
- Savant NK, Snyder GH, Datnoff LE. 1997. Silicon management and sustainable rice production. In *Advances in Agronomy*, 58: 151-199.
- Siregar AF. 2017. *Assesment of effect of silicon application and improved water management on rice production in Indonesia*. PhD Disertation The United Graduated School of Agricultural Science Tottori University, Japan.
- Sumida H. 1992. Silicon supplying capacity of paddy soil and characteristics of silicon uptake by rice plant in cool region in Japan. *Bulletin Tohoku Agriculcultural Experiment Station* 85: 1-46.
- Smith A. 2011. Silicon's key role in plant growth. https://hortcom.files.wordpress.com/2013/02/nutrifert_silicon-role.pdf.
- Takahashi E. 1974. Effect of soil moisture on the uptake of silica by rice plant seedlings. *Journal of Soil Science and Manure, Japan*, 45: 591-596.
- Tan KH. 1998. *Principles of Soil Chemistry* 3rd Ed. Revised and Expanded. Marcell Dekker Inc. New York.
- Wan, YZ, Ma GH. 2003. A probe into the dynamic to lodging resistance of super hybrid rice. *Hunan Agricultural University Natural Science*, 29(2):92-94. (in Chinese with English abstract).
- Yang SM, Xie L, Zhen SL, Li J, Yuan JC. 2009. Effect of nitrogen rate and transplanting density on phisical and chemical characteritics and lodging resistance of culm in hybrid rice. *Acta Agronomy Science*, 35(1):93-103 (in Chinese with English ababstract).
- Zhang FZ, Jin ZX, Ma GH, Shang WN, Liu HY, Xu ML, Liu Y. 2010. Dynamics between lodging resistance and chemical content in Japonica Rice during grain filling. *Rice Science* 17(4): 311-318. [http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6308\(09\)60032-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6308(09)60032-9).