

**Kode/Rumpun Ilmu : 154/Budidaya Pertanian dan Perkebunan**

**RISET DOSEN PEMULA (RDP)**

**RESPON AGRONOMIS DAN FISIOLOGIS TANAMAN PADI  
TERHADAP PEMBERIAN BEBERAPA SUMBER UNSUR SILIKA**

**TIM PENGUSUL**

**Ryan Budi Setiawan SP, M.Si (Ketua)  
Dr. Ir. Indra Dwipa, MP (Anggota)  
Prof Dr. Ir. Irfan Suliansyah, MS (Pembimbing)**

**UNIVERSITAS ANDALAS  
Mei 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN  
RISET DOSEN PEMULA (RDP)**

---

1. Judul Penelitian : Respon Agronomis dan Fisiologis Tanaman Padi Terhadap Pemberian Beberapa Sumber Unsur Silika
2. Nama Rumpun Ilmu : Budidaya Tanaman
3. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Ryan Budi Setiawan SP, M.Si
  - b. NIP : 199002042018031001
  - c. Jabatan Fungsional : -
  - d. Program Studi : Agroteknologi
  - e. Nomor HP : 085274714566
  - f. Alamat surel : ryanbuset@yahoo.co.id
4. Anggota Peneliti (1)
  - a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Indra Dwipa, MS
  - b. NIDN : 0020026507
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
5. Anggota Peneliti (2)
  - a. Nama Lengkap : Prof Dr. Ir. Irfan Suliansyah, MS
  - b. NIDN : 0013056310
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
6. Biaya Penelitian : 19.950.000

Padang, 4 Juni 2018

Mengetahui  
Ketua Jurusan

Ketua Peneliti

Dr. Ir. Indra Dwipa, MS  
NIP. 196502201989031003

Ryan Budi Setiawan SP, M.Si  
NIP.199002042018031001

Menyetujui  
Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Munzir Busniah, M.Si  
NIP. 196406081989031001

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
RINGKASAN .....	1
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	5
1.3 Luaran Penelitian .....	5
1.4 Rencana Capaian Target Tahunan .....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
BAB 3. METODE PENELITIAN .....	12
BAB 4. BIAYA DAN JADWAL .....	15
4.1 Anggaran Biaya .....	15
4.2 Jadwal Pelaksanaan .....	15
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
BAB 5. KESIMPULAN .....	23
DAFTAR PUSTAKA .....	24

## RINGKASAN

Pupuk merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting selain lahan, tenaga kerja dan modal. Pemupukan berimbang memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan hasil pertanian. Rekomendasi pemupukan harus dibuat rasional dan berimbang berdasarkan kemampuan tanah dalam menyediakan hara dan kebutuhan tanaman, sehingga efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk dan produksi tanaman dapat meningkat. Salah satu unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi selama pertumbuhannya adalah silika atau silikon (Si). Pupuk Si merupakan pupuk anorganik yang dahulu selalu diperhatikan dalam budidaya padi. Hal ini penting karena dapat meningkatkan produktivitas, kestabilan dan kualitas hasil tanaman padi. Namun saat ini khususnya di Indonesia hampir tidak ada lagi praktek pemberian pupuk Si dalam pelaksanaan budidaya tanaman padi sehingga lambat laun ketersediannya dalam tanah semakin berkurang yang berakibat pada penurunan produktivitas. Selain tidak adanya penambahan unsur Si kedalam tanah dan semakin berkurangnya ketersediaan unsur Si di lahan pertanaman, faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan Si adalah faktor alam. Di wilayah tropika basah seperti di Indonesia, dimana rata-rata curah hujan dan suhu relatif tinggi, tanah umumnya memiliki kejenuhan basa dan kandungan Si yang rendah serta mengalami akumulasi aluminium oksida atau mengalami proses yang disebut desilikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon agronomis dan fisiologis tanaman padi terhadap pemberian beberapa sumber unsur silika. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Taraf perlakuan adalah sumber unsur Si yang terdiri dari 10 taraf yaitu: Tanpa Silika, pupuk Si 1 ppm, pupuk Si 2 ppm, pupuk Si 3 ppm, arang sekam  $50 \text{ g tan}^{-1}$ , arang sekam  $100 \text{ g tan}^{-1}$ , arang sekam  $150 \text{ g tan}^{-1}$ , abu sekam  $50 \text{ g tan}^{-1}$ , abu sekam  $100 \text{ g tan}^{-1}$ , abu sekam  $150 \text{ g tan}^{-1}$ . Varietas yang digunakan adalah Anak Daro

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi :1) Peubah pertumbuhan/morfologi, meliputi : tinggi tanaman (cm), panjang akar (cm), jumlah anakan per rumpun. 2) Peubah fisiologi, meliputi : jumlah stomata, kandungan klorofil a, b dan total daun tanaman. 3) Peubah komponen hasil, meliputi : jumlah anakan produktif, jumlah malai per rumpun, panjang malai (cm), umur berbunga (HST), umur panen (HST), jumlah gabah total per malai (butir), jumlah gabah isi per malai (butir), persentase gabah hampa per malai (%), dan bobot 1000 butir gabah (g pada KA 14%), bobot gabah permalai (gram).

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan sumber bahan makanan pokok di Indonesia. Kebutuhan beras dalam negeri terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Rata-rata konsumsi beras per kapita masyarakat Indonesia adalah 87 kg per tahun (Kementan 2016). Dengan penambahan jumlah penduduk 1.49% per tahun, maka pada tahun 2020 penduduk Indonesia akan mencapai 275 juta jiwa (BPS 2015), sehingga meningkatkan kebutuhan beras secara signifikan. Luas pertanaman padi di Indonesia pada tahun 2013 yaitu 13.8 juta ha, dengan produksi padi nasional mencapai 71.3 juta ton dan produktivitas 5.3 ton ha<sup>-1</sup> (Kementan 2016). Hal ini berarti peningkatan produksi padi harus terus dilakukan untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

Saat ini upaya pengembangan padi sawah banyak mengalami kendala terutama oleh adanya konversi lahan sawah menjadi lahan nonpertanian yang luasnya kian meningkat dari tahun ke tahun. Lahan yang tersedia untuk pengembangan pertanian pangan saat ini adalah lahan kering khususnya yang berada di luar Pulau Jawa. Namun demikian lahan tersebut memiliki kendala dalam pemanfaatannya, seperti adanya kahat unsur hara dan keracunan unsur Al dan Fe. Lahan tersebut juga umumnya sering mengalami kekurangan air atau kekeringan. Kondisi ini jelas kurang baik bagi pertumbuhan tanaman padi dan akan mengurangi produktivitasnya. Mengingat banyaknya kendala dalam pengembangan tanaman padi, perlu upaya dan tindakan nyata untuk mengatasi kendala-kendala tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui perbaikan teknik budidaya pertanian, yaitu dengan melakukan pemupukan berimbang. Hal ini penting karena salah satu faktor yang sangat menentukan produktivitas tanaman padi adalah asupan unsur hara yang diperoleh tanaman dari pupuk yang diberikan selama pertumbuhannya.

Saat ini salah satu jenis pupuk atau unsur hara yang hampir tidak pernah diberikan atau ditambahkan ke dalam tanah pada pertanian tanaman padi adalah silika atau silikon (Si). Kondisi ini mengakibatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi kurang optimal. Hal ini sejalan dengan pendapat Kawaguchi dan Kyuma (1997) yang menyatakan bahwa dalam pelaksanaan pemupukan tanaman padi secara intensif di daerah-daerah tertentu di Asia, terdapat faktor pembatas dalam meningkatkan produksi padi yaitu kurangnya pemberian unsur Si. Selama ini kebutuhan tanaman padi akan unsur tersebut lebih mengandalkan pada ketersediaannya di alam. Menurut Kyuma (2004), sebagai unsur hara nonesensial, Si luput dari perhatian. Ini terbukti dengan tidak adanya penambahan unsur Si dalam praktek bercocok tanam padi selama ini. Padahal setiap kali panen, tanaman padi mengangkut Si antara 100-300 kg ha<sup>-1</sup>. Perpindahan Si keluar areal persawahan melalui proses pemanenan dan pencucian tanpa diiringi dengan penambahan Si merupakan faktor utama penyebab terjadinya proses penurunan kandungan Si tersedia dalam tanah.

Meskipun Si bukan merupakan unsur yang penting atau esensial bagi tanaman, tetapi hampir semua tanaman mengandung Si, dalam kadar yang berbeda-beda dan sering sangat tinggi. Walaupun tidak termasuk hara tanaman, Si dapat menaikkan produksi karena Si mampu memperbaiki sifat fisik tanaman dan berpengaruh terhadap kelarutan P dalam tanah. Tidak ada unsur hara lain yang dianggap nonesensial hadir dalam jumlah yang secara konsisten banyak pada tanaman. Pada tanaman padi misalnya, kadar Si sangat tinggi dan melebihi unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) (Roesmarkam dan Yuwono 2002). Tanaman yang kahat Si menyebabkan kurang terlindungi oleh lapisan silikat yang kuat, akibatnya : (1) daun tanaman lemah terkulai, tidak efektif menangkap sinar matahari sehingga produktivitas tanaman rendah atau tidak optimal, (2) penguapan air dari permukaan daun dan batang tanaman dipercepat sehingga tanaman mudah layu atau peka terhadap kekeringan, (3) daun dan batang tanaman menjadi peka terhadap serangan hama dan penyakit, (4) tanaman mudah rebah dan (5) kualitas gabah berkurang karena mudah terkena hama dan penyakit (Suriadikarta 2010). Mengingat pentingnya peran hara Si dan pemupukan berimbang pada pertumbuhan tanaman padi, maka perlu diketahui dosis yang

tepat untuk Si pada pertanaman padi, baik dosis untuk pupuk Si maupun dosis untuk nano silika. Menurut Takahashi dan Miyake (1987), di Jepang dosis pupuk Si yang digunakan pada pertanaman padi rata-rata 1.5 ton ha<sup>-1</sup> Kalsium Silikat. Hasil penelitian Suriadikarta (2010), dosis pupuk Si terbaik untuk pertumbuhan dan bobot kering tanaman padi adalah sebesar 600 kg ha<sup>-1</sup>.

Lebih lanjut menurut Matichenkov *et al.* (1995), konsentrasi asam monosilikat (bentuk Si yang tersedia bagi tanaman) cenderung terus berkurang pada lahan-lahan pertanian yang dibudidayakan secara intensif. Degradasi kesuburan tanah akan terjadi seiring dengan penurunan kadar asam monosilikat tersebut. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Darmawan *et al.* (2006), menunjukkan bahwa dalam kurun waktu selama 33 tahun, kandungan Si yang tersedia di dalam tanah berkurang sekitar 20%. Penurunan Si yang tersedia dalam tanah ini diduga sebagai penyebab utama terjadinya stagnansi produksi padi di Jawa dan daerah lainnya di Indonesia. Hal ini sejalan dengan pendapat Singh *et al.* (2005) yang menyebutkan bahwa penurunan Si yang tersedia dalam tanah bagi tanaman kemungkinan erat berhubungan dengan terjadinya penurunan produksi tanaman padi.

Saat ini penggunaan Si sebagai salah satu pupuk dalam budidaya tanaman padi di Indonesia masih sangat sulit ditemui bahkan mungkin tidak ada. Hal ini karena adanya keterbatasan informasi dan masih relatif mahalnya bahan baku untuk pembuatan pupuk Silika. Dosis 1.5-3.0 ton ha<sup>-1</sup> terak baja yang diaplikasikan di Jepang masih dirasakan cukup mahal untuk diterapkan pada tanah pertanian yang sangat luas di Indonesia. Hal ini akan berdampak pada mahalnya biaya usaha tani yang akan dikeluarkan oleh petani. Menyadari adanya permasalahan tersebut, perlu upaya untuk mencari alternatif sumber Si yang mudah didapat dan harganya terjangkau. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah hasil pertanian, khususnya yang dihasilkan dari tanaman padi itu sendiri. Salah satu hasil samping yang dapat digunakan sebagai sumber unsur hara Si adalah sekam padi yang dihasilkan dari proses penggilingan gabah menjadi beras.

Sekam padi dalam bidang pertanian sudah sering digunakan dalam budidaya tanaman, seperti pada jagung, kedelai, cabai dan tanaman lainnya.

Umumnya sekam padi tersebut diberikan dalam bentuk yang masih utuh atau dalam bentuk arang sekam. Beberapa penelitian yang telah dilakukan 3 menunjukkan bahwa pemberian sekam tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi (Somaatmadja 1990). Selain dapat dimanfaatkan sebagai sumber Si dalam bentuk utuh atau dibakar, sekam padi juga ternyata dapat dimanfaatkan dengan cara diisolasi unsur Si yang banyak terkandung di dalamnya. Apabila sekam padi dibakar, maka akan dihasilkan banyak abu sekam. Abu sekam padi tersebut mengandung banyak kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) yang merupakan kandungan utama abu sekam (Hikmawati 2010). Kandungan Si yang tinggi dari abu sekam padi tersebut sangat menjanjikan untuk digunakan kembali dalam berbagai aplikasi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon agronomis dan fisiologis tanaman padi terhadap pemberian beberapa sumber unsur silika.

## 1.3 Luaran Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai jenis dan dosis sumber unsur silika yang memberikan respon agronomis dan fisiologis terbaik pada tanaman padi.
2. Penelitian ini ditargetkan akan disampaikan pada Seminar Nasional pada tahun 2019 atau diterbitkan pada Jurnal Nasional terakreditasi pada tahun 2019.

## 1.4 Rencana capaian target tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS	TS+1	TS+2
1	Publikasi Ilmiah	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional terakreditasi	√		Draf	Submitted	Published
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional		√	Terdaftar	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan
3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4	<i>Visiting Lectue</i>	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual	Paten			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

		Hak Cipta			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Merek dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Desain Produk Industri			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi Geografis			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Topografi Sirkui Terpadu			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6	Teknologi Tepat guna				Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa sosial				Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
8	Buku Ajar			√	Tidak ada	Draf	Proses editing
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)				4	4	4

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Karakteristik Tanaman Padi

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan ke dalam divisio *Spermatophyta*, sub divisio *Angiospermae*, kelas *Monocotyledoneae*, Ordo *Poales*, famili *Graminae*, dan genus *Oryza* Linn (Watanabe 1997). Tanaman padi terbagi menjadi dua sub spesies, yaitu tipe *japonica* dan tipe *indica*. Namun demikian, beberapa ilmuwan mengungkapkan adanya tipe *javanica* yang mengindikasikan tipe gabungan antara tipe *japonica* dan tipe *indica* (Katayama 1993).

Subspesies *japonica* mempunyai karakteristik: daun berukuran sempit-lebar dan berwarna hijau muda, ukuran gabah pendek sampai panjang, umumnya gabah tidak mempunyai ekor (*awn*), bulu sekam jarang dan pendek, gabah mudah rontok, jumlah anakan banyak, postur anakan tegak, jumlah malai banyak, bobot malainya berat, batang sedang sampai tinggi, jaringan lunak, kepekaan yang bervariasi terhadap panjang hari, dan kandungan amilosa pada biji 23-31%. Subspesies *indica* memiliki karakteristik: daun berukuran sempit berwarna hijau tua, bentuk gabah pendek dan agak bulat panjang, pada umumnya gabah tidak mempunyai ekor (*awn*), bulu sekam lebat dan panjang, gabah agak mudah rontok, jumlah anakan sedang, postur anakan menyebar, jumlah malai banyak, bobot

malainya ringan, batang pendek sampai sedang, jaringan keras, tidak peka atau agak peka terhadap panjang hari, dan kandungan amilosa pada biji 10-24%. Subspesies *javanica* mempunyai karakteristik: daun berukuran lebar, kaku dan berwarna hijau muda, gabah panjang lebar dan tebal, gabah mempunyai ekor (*awn*) panjang atau tidak ada, bulu sekam panjang, gabah sulit rontok, jumlah anakan sedikit, postur anakan tegak, jumlah malai sedikit, bobot malainya berat, batang tinggi, jaringan keras, agak peka terhadap panjang hari, dan kandungan amilosa pada biji 20-25% (Katayama 1997). Distribusi wilayah penyebaran padi subspecies *japonica* yaitu Jepang, Korea, China Utara, Afrika dan Cina bagian tengah; subspecies *javanica* di Jawa, Sumatra, Philipina, Eropa dan Amerika; subspecies *indica* di India, Indochina, Cina bagian Selatan dan bagian barat, Taiwan (Katayama 1993).

Di Indonesia, padi budidaya digolongkan menjadi dua, yaitu golongan bulu dan cere. Penggolongan ini didasarkan pada karakter morfologi dan fisiologinya. Padi bulu pada umumnya mempunyai karakteristik: mempunyai ekor pada ujung gabah (*awn*), malai panjang, bentuk biji tipis dan besar, daun lebar dan keras, jumlah anakan sedikit, batang tebal, kuat dan panjang, respon fotoperiode lemah, periode minimum untuk berbunga umumnya panjang, biji sulit rontok, kurang toleran terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan, dan hasil gabah relatif rendah. Padi cere mempunyai karakteristik: pada umumnya tidak mempunyai ekor pada ujung gabah, panjang malai sangat bervariasi, bentuk biji kecil dan panjang, daun kecil dan lembut, jumlah anakan banyak, batang pada umumnya kecil dengan panjang bervariasi, respon terhadap fotoperiode bervariasi, umumnya lebih responsif dibandingkan dengan padi bulu, periode minimum untuk berbunga bervariasi, umumnya lebih cepat dibandingkan dengan bulu, biji mudah rontok, mempunyai toleransi yang sedang-tinggi terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, dan hasil gabah relatif tinggi (Katayama 1993).

### **Silika dalam Tanah**

Si merupakan unsur ke dua terbanyak setelah oksigen (O<sub>2</sub>) di kerak bumi dan Si juga berada dalam jumlah yang banyak pada setiap tanah. Si terdapat pada

lebih dari 370 mineral pembentuk batuan. Si menjadi penyusun semua bahan induk dan merupakan satu komponen dasar pada kebanyakan tanah (Sommer *et al.* 2006). Roos dan Wong Yu (1984) mengemukakan bahwa tanaman padi pada kondisi pertumbuhan yang baik menyerap Si sebesar 114 ppm.

Umumnya tanah mengandung 5-40 % Si. Setiap kilogram tanah liat mengandung Si sekitar 200-320 g, sementara dalam tanah berpasir terdapat Si antara 450-480 g. Si merupakan unsur yang inert (sangat tidak larut) sehingga selama ini Si dianggap tidak memiliki arti penting bagi proses-proses biokimia dan kimia. Juga karena jumlahnya yang melimpah dalam tanah peran Si seringkali tidak terlalu diperhatikan atau bahkan tidak teramati (Nizuma *et al.* 2002). Beberapa senyawa Si sebenarnya bisa larut dalam air. Si dapat membentuk senyawa-senyawa baru dengan aktivitas kimia dan biokimia relatif tinggi.

Jumlah dan distribusi Si di dalam tanah dipengaruhi oleh bahan induk tanah, iklim, vegetasi, tekstur dan intensitas pelapukan. Pada tanah-tanah di daerah beriklim sedang dan dingin, Si terakumulasi pada lapisan atas tanah dalam bentuk Si yang stabil. Sedangkan pada tanah-tanah di daerah tropika basah dengan curah hujan dan suhu yang tinggi, proses pelapukan dan pencucian berjalan secara intensif. Proses pencucian dan intensitas pelapukan yang tinggi menyebabkan proses desilikasi berlangsung intensif dalam tanah. Akibat desilikasi tersebut Si yang terdapat pada lapisan atas tanah tercuci ke lapisan bawah, sehingga kadang jumlah Si pada lapisan atas tanah menurun, sedangkan oksida-oksida besi (Fe) dan aluminium (Al) terakumulasi pada permukaan tanah. Semakin tinggi kandungan Al dan Fe oksida di dalam tanah mengakibatkan Si yang terlarut atau tersedia menjadi rendah (Hallmark dan Smeck 1989).

Yukamgo dan Yuwono (2007) menyatakan wilayah tropika basah seperti di Indonesia, yang mempunyai curah hujan rata-rata dan suhu relatif tinggi, umumnya tanah ini memiliki kejenuhan basa dan kandungan Si rendah serta mengalami akumulasi aluminium oksida. Proses ini disebut desilikasi. Si dilepaskan dari mineral-mineral yang terlapuk, kemudian terbawa aliran air drainase atau tanaman yang dipanen. Selanjutnya Makarim *et al.* (1995) mengemukakan bahwa tanah-tanah tropika yang sudah terlapuk berat seperti kebanyakan Oxisols dan Ultisols, mengandung Al dan Fe oksida yang tinggi 12

setelah Si terlarut dan tercuci habis sewaktu proses pelapukan yang intensif, dimana tanah ini hanya mengandung 9% Si.

### **Silika dalam Tumbuhan**

Selain hara esensial, terdapat juga hara non-esensial yang dalam kondisi agroklimat tertentu bisa memperkaya pertumbuhan tanaman dengan mendorong proses fisiologi. Hara tersebut disebut dengan hara fungsional atau hara bermanfaat atau hara pembangun. Unsur bermanfaat merupakan unsur yang berguna bagi pertumbuhan tanaman tetapi tidak memenuhi kaidah unsur hara esensial karena jika unsur ini tidak ada, pertumbuhan tanaman tidak akan terganggu. Unsur hara pembangun (fakultatif) dianggap unsur yang tidak penting, tetapi merangsang pertumbuhan tanaman dan juga dapat menjadi unsur penting untuk beberapa spesies tanaman tertentu karena dapat menyebabkan kenaikan produksi. Unsur-unsur yang termasuk menguntungkan bagi tanaman adalah Natrium (Na), Cobalt (Co), Chlor (Cl), dan Silika (SiO<sub>2</sub>) (Savant *et al.* 1999). Atas dasar keperluan Si tumbuhan dikelompokkan menjadi dua yaitu akumulator dan non akumulator. Tumbuhan akumulator adalah tumbuhan yang kandungan Si-nya melebihi besar Si yang diserap, keadaan sebaliknya untuk tumbuhan non akumulator. Tanaman akumulator menyerap Si secara aktif. (Ma dan Takahashi 2002).

Peran unsur hara Si pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi sangatlah penting. Menurut Go (1984), Si merupakan unsur yang terbanyak diserap oleh tanaman padi. Serapan Si oleh padi sekitar 10 kali N, 20 kali P, 6 kali K dan 30 kali Ca. Namun penelitian dan pemakaian Si sebagai hara tanaman relatif masih sangat sedikit dibandingkan dengan hara makro dan mikro lainnya. Hal ini terutama disebabkan karena kebanyakan para ahli fisiologi tumbuhan menganggap Si bukan sebagai hara esensial. Yoshida (1985) mengamati beberapa gejala pada tanaman padi yang kekurangan Si, antara lain : daun lemas dan merunduk, daun bagian bawah cepat layu dan mengering terutama pada saat pembentukan malai, ada kecenderungan daun-daun diserang tungau yang sulit dikendalikan dengan penyemprotan insektisida dan setelah malai terbentuk

tampak bercak-bercak coklat pada bulir padi. Akhir-akhir ini peran Si bagi tumbuhan makin disadari (Epstein 2002).

Tanaman padi yang cukup Si menurut telaah Yoshida (1985) tahan terhadap serangan penggerek batang padi dan *rice blast*, efisien dalam menangkap sinar matahari karena daunnya mengarah ke atas, efisien dalam menggunakan air dan tidak mudah rebah karena mempunyai batang yang kuat. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian Sumida (2002) yang menyatakan bahwa pasokan Si yang cukup pada serelia mampu memberikan hasil tanaman yang baik, karena dengan penambahan Si dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan sel. Pasokan Si membantu daun untuk lebih tegak dalam pengaruh kondisi pemupukan nitrogen yang tinggi, sehingga bisa meningkatkan tingkat fotosintesis. Penambahan Si yang cukup bisa mengurangi tendensi tanaman serelia untuk layu pada kondisi kekeringan karena penurunan permeabilitas atas uap air dari dinding sel epidermal daun.

### **Sekam Padi**

Secara garis besar, bulir padi atau gabah dibagi menjadi dua bagian dasar, yaitu beras (bagian yang dapat dimakan) dan struktur kulit yang disebut sekam. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Selama proses penggilingan beras, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan (Somaatmadja 1990). Saat proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63.5% dari bobot awal gabah (Itung *et al.* 1994). Sedangkan menurut Simanjuntak *et al.* (1993), terdiri atas 20% sekam, 8% bekatul dan 72% beras.

Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak, media tanam dan energi atau bahan bakar. Saat ini sekam padi belum dimanfaatkan secara efisien bahkan masih merupakan limbah pertanian yang menjadi beban. Masalah yang biasa dihadapi dalam penggunaan sekam untuk tujuan komersial antara lain biaya penyimpanan dan transportasi yang tinggi serta tidak dapat digunakan untuk makanan ternak karena sangat kasar dan keras (Somaatmadja 1993). Akibat

permasalahan tersebut, selama ini pemanfaatan sekam padi masih sangat terbatas. Biasanya di beberapa daerah, sekam hanya ditumpuk lalu di bakar di dekat penggilingan padi. Abunya dapat digunakan sebagai abu gosok untuk membersihkan alat-alat rumah tangga. Ditempat pembuatan batu bata dan genteng, sekam biasanya digunakan sebagai bahan bakar. Padahal sekam tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan lain seperti sebagai sumber karbon, bahan pupuk, bahan pulp, media penyaring, media penyerap dan media tanaman hidroponik (Simanjuntak *et al.* 1993).

Komposisi kimia dari abu sekam padi menurut Somaatmadja (1993) berdasarkan bobot 8 kering adalah SiO<sub>2</sub> (91.15%), Na<sub>2</sub>O (1.96%), CaO (1.48%), MgO (0.15%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.03%) dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.01%). Hasil analisa sekam oleh Kasdiman (1988) memperlihatkan komposisi unsur hara yang terdiri dari : C-organik (75%), N-total (0.08%), P (0.11%), K (0.97%) dan SiO<sub>2</sub> (21.57%).

Penambahan sekam padi ke dalam tanah memang tidak begitu besar sumbangannya terhadap penambahan unsur hara. Ini disebabkan karena kandungan unsur hara yang terdapat dalam sekam itu sendiri memang rendah, kecuali Si. Walaupun unsur hara yang terkandung dalam sekam padi rendah, hasil percobaan yang dilakukan oleh Kasdiman (1988) memperlihatkan adanya peningkatan kandungan P-tersedia dengan penambahan sekam ke dalam tanah. Bertambahnya P ini disebabkan oleh pelepasan P pada proses dekomposisi sekam dan juga sebagai akibat adanya penambahan SiO<sub>2</sub>.

Menurut Tisdale *et al.* (1985), SiO<sub>2</sub> dalam tanah disamping sebagai hara tanaman juga berperan dalam menurunkan serapan Fe dan Mn yang berada dalam kondisi toksik. Si juga mempengaruhi fiksasi P sehingga ketersediaannya dalam tanah meningkat. Hasil penelitian Sudiyo dan Sumardi (2010) menunjukkan bahwa sekam padi dan abu terbang bisa diolah menjadi silika. Kandungan silika dari kedua bahan ini sangat tinggi. Sekam padi setelah dipurifikasi memiliki kandungan Si hingga 95%, sedangkan abu terbang memiliki kandungan Si sebesar 90%.



## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan di Rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan April hingga Desember 2018 mulai dari persiapan hingga pelaksanaan penelitian.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : benih padi sawah varietas Anak Daro dan Batang Piaman, pupuk anorganik N (urea), P (SP-36), K (KCl), pupuk silika biasa (SB) dengan merek dagang SiP-Padi HS kandungan unsur haranya : 44- 46% SiO<sub>2</sub>, 3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sekam padi, arang sekam, pupuk kandang dan bahan-bahan analisis kimia. Peralatan yang digunakan antara lain : alat-alat bercocok tanam seperti cangkul, traktor tangan dan lainnya, alat semprot (*seprayer*), oven, mikroskop, kamera, cuvet, *hygrometer*, *thermometer*, *grain moisture meter*, timbangan biasa dan digital, mortar porselen, *micro tube*, tabung reaksi, pipet, *centrifuge*, *spektrofotometer UV/VIS*, kelereng, alat-alat laboratorium untuk analisa kimia dan alat penunjang lainnya.

### **Metode Penelitian**

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Taraf perlakuan adalah sumber unsur Si yang terdiri dari 10 taraf yaitu: Tanpa Silika, pupuk Si 1 ppm, pupuk Si 2 ppm, pupuk Si 3 ppm, arang sekam 50 g tan<sup>-1</sup>, arang sekam 100 g tan<sup>-1</sup>, arang sekam 150 g tan<sup>-1</sup>, abu sekam 50 g tan<sup>-1</sup>, abu sekam 100 g tan<sup>-1</sup>, abu sekam 150 g tan<sup>-1</sup>. Varietas yang digunakan adalah Anak Daro. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. dan setiap satuan percobaan terdapat 4 populasi tanaman dan 2 tanaman dijadikan sebagai sampel yang diambil secara acak.

Data dianalisis menggunakan uji F taraf 5%, bila berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%. Analisis data menggunakan software *Statistic Tool for Agricultural Reseach*

(STAR). Model linier berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$  = hasil pengamatan untuk perlakuan level ke-i, pada ulangan ke-j

$\mu$  = rata-rata umum

$\alpha_i$  = pengaruh perlakuan pada level ke-i

$\epsilon_{ijk}$  = galat percobaan untuk perlakuan level ke-i, pada ulangan ke-j

### **Pelaksanaan Penelitian**

Langkah awal adalah penyiapan media tanam berupa tanah sawah dengan wadah ember ukuran 5 kg. Media tanam dicampur dengan pupuk kandang sapi sebanyak 10 ton ha<sup>-1</sup>. Selanjutnya benih disemai pada persemaian yang telah disiapkan sampai dengan umur 3 minggu. Bibit hasil persemaian yang berumur sekitar 21 hari selanjutnya dipindah atau di-*transplanting* ke wadah tanam (ember). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dilakukan pemupukan yang dilakukan secara bertahap dengan menggunakan pupuk urea, SP-36 dan KCl. Dosis yang diberikan disesuaikan dengan rekomendasi yang didasarkan pada hasil analisa tanah. Perlakuan arang sekam dan abu sekam dilakukan saat persiapan media tanam, dengan cara mencampur rata pada media tanam, sedangkan perlakuan pupuk SiP pemberiannya dilakukan melalui tanah pada 15 HST. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara optimal dengan menggunakan insektisida anjuran. Untuk penyiangan dilakukan secara manual dengan melihat kondisi gulma yang ada di ember.

### **Pengamatan**

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi :

- 1) Peubah pertumbuhan/morfologi, meliputi : tinggi tanaman (cm), panjang akar (cm), jumlah anakan per rumpun. Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan tanah sampai ujung tertinggi dari tanaman diukur setiap 2 minggu. Jumlah anakan per rumpun dihitung setiap 2 minggu. Untuk

peubah panjang akar, diamati pada saat panen dengan cara: tanaman diangkat dari pot, akar dipisahkan dari tanah dengan jalan disemprot secara hati-hati dengan air kemudian dicuci bersih dan diukur panjang akarnya.

- 2) Peubah fisiologi, meliputi : jumlah stomata, kandungan klorofil a, b dan total daun tanaman. Untuk kandungan klorofil diukur pada 8 MST dan menjelang panen, sementara untuk jumlah stomata pada 8 MST.
- 3) Peubah komponen hasil, meliputi : jumlah anakan produktif, jumlah malai per rumpun, panjang malai (cm), umur berbunga (HST), umur panen (HST), jumlah gabah total per malai (butir), jumlah gabah isi per malai (butir), persentase gabah hampa per malai (%), dan bobot 1000 butir gabah (g pada KA 14%), bobot gabah permalai (gram).



## BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Tinggi Tanaman*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman padi pada umur 4 – 8 MST. Pemberian pupuk Silika dengan dosis 2 ppm/tanaman merupakan dosis terbaik yang mampu menghasilkan tinggi tanaman sekitar 93.67 cm, sedangkan perlakuan kontrol menghasilkan tinggi tanaman terendah yaitu sekitar 76.42 cm (Tabel 1).

Tabel 1. Tinggi tanaman padi pada pemberian beberapa sumber unsur Silika pada umur 4-8 MST (cm)

Perlakuan	Umur Tanaman (MST)		
	4	6	8
Kontrol	39.33 c	46.28 b	76.42 c
1 ppm silika	43.09 b	55.93 a	86.26 ab
2 ppm silika	46.62 a	54.53 a	93.67 a
3 ppm silika	46.44 a	52.99 a	93.08 a
50 g arang sekam	44.5 ab	54.07 a	83.01 b
100 g arang sekam	48.07 a	58.02 a	89.15 a
150 g arang sekam	47.17 a	56.90 a	88.77 a
50 g abu sekam	43.81 b	53.15 a	81.36 b
100 g abu sekam	41.79 b	51.87 ab	89.33 a
150 g abu sekam	44.15 a	55.47 a	83.85 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$  .

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan terlihat bahwa pemberian silika, memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman padi dibanding tanpa pemberian silika, Hal ini mengindikasikan bahwa peran silika dalam pertumbuhan tanaman padi sangat penting karena dapat lebih merangsang pertumbuhan. dikarenakan hara Si termasuk dalam kategori hara fungsional yang bisa memperkaya pertumbuhan tanaman dengan mendorong proses fisiologi. Hara Si sering disebut juga sebagai hara bermanfaat atau hara pembangun yaitu unsur yang berguna bagi pertumbuhan tanaman tetapi tidak memenuhi kaidah unsur hara esensial karena jika unsur ini tidak ada pertumbuhan tanaman tidak akan terganggu (Savant *et al.* 1999).

Kondisi ini memberikan suatu indikasi bahwa peranan silika dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi sangatlah besar. Meskipun hara silika bukan termasuk sebagai unsur hara esensial, namun keberadaan silika bagi tanaman padi sangatlah penting. Hara Si dapat menaikkan produksi karena Si mampu menjaga daya tahan tanaman, memperbaiki sifat fisik tanaman dan berpengaruh terhadap kelarutan P dalam tanah. Tidak ada unsur hara lain yang dianggap nonesensial hadir dalam jumlah yang secara konsisten banyak pada tanaman. Pada tanaman padi, kadar Si sangat tinggi dan melebihi unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S).

#### *Jumlah Anakan*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap Jumlah anakan tanaman padi pada umur 8 MST. Pemberian pupuk Silika dengan dosis 3 ppm/tanaman merupakan dosis terbaik yang mampu menghasilkan jumlah anakan terbanyak sekitar 30.27 buah, sedangkan perlakuan kontrol menghasilkan jumlah anakan terendah yaitu sekitar 20.00 buah (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah Anakan tanaman padi pada pemberian beberapa sumber unsur Silika pada umur 8 MST (buah)

Perlakuan	Jumlah Anakan
Kontrol	20.00 e
1 ppm silika	23.33 d
2 ppm silika	28.33 b
3 ppm silika	30.27 a
50 g arang sekam	25.41c
100 g arang sekam	25.43c
150 g arang sekam	28.42 b
50 g abu sekam	23.50 d
100 g abu sekam	28.42 b
150 g abu sekam	25.40 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$  .

#### *Jumlah Stomata*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap Jumlah stomata tanaman padi pada umur 8 MST. Perlakuan kontrol menghasilkan jumlah stomata terbanyak sekitar 54.80 buah, sedangkan perlakuan 2 ppm silika menghasilkan jumlah anakan

terendah yaitu sekitar 39.46 buah (Tabel 3). Menuunnya jumlah stomata disebabkan karena silika memiliki kemampuan untuk menekan laju transpirasi dan mendorong laju fotosintesis (Arista *et al*, 2015).

Tabel 3. Jumlah stomata tanaman padi pada pemberian beberapa sumber unsur Silika pada umur 8 MST (buah)

Perlakuan	silika
Kontrol	54.80 a
1 ppm silika	43.26 b
2 ppm silika	39.46 b
3 ppm silika	42.38 b
50 g arang sekam	43.50 b
100 g arang sekam	45.93 b
150 g arang sekam	42.20 b
50 g abu sekam	43.50 b
100 g abu sekam	45.00 b
150 g abu sekam	42.25 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sma pada kolom menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$  .

#### *Jumlah Klorofil A dan Klorofil B*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan sumber unsur silika memberikan pengaruh terhadap jumlah klorofil a, namun tidak berpengaruh terhadap jumlah klorofil b pada tanaman padi selama 8 MST. Perlakuan 150 g abu sekam memberikan jumlah klorofil a terbanyak yaitu 0.3559 mg, sedangkan kontrol memberikan jumlah klorofil a terendah yaitu 0.2421 mg.

Tabel 4. Jumlah Jumlah Klorofil A dan Klorofil B tanaman padi pada pemberian beberapa sumber unsur Silika pada umur 8 MST (mg)

Pelakuan	Clo A	Clo b
Kontrol	0.2421 d	0.103
1 ppm silika	0.2644 bcd	0.089
2 ppm silika	0.2609 bcd	0.089
3 ppm silika	0.3238 abc	0.111
50 g arang sekam	0.2912 abcd	0.116
100 g arang sekam	0.2534 bcd	0.092
150 g arang sekam	0.2496 cd	0.088
50 g abu sekam	0.3140 abcd	0.121
100 g abu sekam	0.3266 ab	0.082
150 g abu sekam	0.3559 a	0.101

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sma pada kolom menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$  .

## **BAB 6 KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah stomata dan klorofil A dari beberapa perlakuan yang diberikan. Silika mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan, namun menurunkan jumlah stomata tanaman padi,

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia* [Internet]. [Diunduh 2016 Maret 11]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1267>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia* [Internet]. [Diunduh 2016 Maret 11]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1267>.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2016. *Basis Data Statistik Pertanian* [Internet]. [Diunduh 11 Maret 2016]. Tersedia pada: [https://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/hasil\\_kom.asp](https://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/hasil_kom.asp).
- Darmawan, Kazutake K, Arsil S, H Subagjo, T Masunaga and T Wakatsuki. 2006. The Effects of long-term intensive rice cultivation on the available silica content of sawah soils; The Case of Java Island, Indonesia. *Soil Sci Plant Nut*, Vol, 52: 745-753.
- Darmawan, Kazutake K, Arsil S, H Subagjo, T Masunaga and T Wakatsuki. 2006. The Effects of long-term intensive rice cultivation on the available silica content of sawah soils; The Case of Java Island, Indonesia. *Soil Sci Plant Nut*, Vol, 52: 745-753.
- Epstein E. 2002. Silicon in plant nutrition. *In*. Second Silicon in Agriculture Conference. Tsuruoka, Yamagata.
- Epstein E. 2002. Silicon in plant nutrition. *In*. Second Silicon in Agriculture Conference. Tsuruoka, Yamagata.
- Go B. H. 1984. Pemupukan Tanaman Padi Gogo. Prasarana Raker. Padi Tanah Kering. Kaliurang 6-8 Juli 1984.
- Go B. H. 1984. Pemupukan Tanaman Padi Gogo. Prasarana Raker. Padi Tanah Kering. Kaliurang 6-8 Juli 1984.
- Hallmark CT and NE Smeck. 1989. The effects of extractable aluminum, iron and silicon on strength and bonding of fragipans of northeastern Ohio. *Soil Sci. Amer. J.* 43:145-150.
- Hallmark CT and NE Smeck. 1989. The effects of extractable aluminum, iron and silicon on strength and bonding of fragipans of northeastern Ohio. *Soil Sci. Amer. J.* 43:145-150.
- Hikmawati. 2010. Produksi bahan semikonduktor silikon dari silika limbah arang sekam padi sebagai alternatif sumber silikon. Thesis. Institut Pertanian Bogor. 45 hlm.
- Hikmawati. 2010. Produksi bahan semikonduktor silikon dari silika limbah arang sekam padi sebagai alternatif sumber silikon. Thesis. Institut Pertanian Bogor. 45 hlm.
- Itung M, T Selin JT. Lembang dan J.E. Loppies. 1994. Pemanfaatan abu sekam padi sebagai penukar kation pada air limbah industri. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang.
- Itung M, T Selin JT. Lembang dan J.E. Loppies. 1994. Pemanfaatan abu sekam padi sebagai penukar kation pada air limbah industri. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang.
- Kasdiman D 1988. Pengaruh pengapuran dan pemberian abu sekam terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan serta serapan P, K, Ca, Mg dan Si oleh tanaman padi varietas IR-36 pada tanah podzolik merah kuning dari jasinga. Malah khusus, tidak dipublikasikan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kasdiman D 1988. Pengaruh pengapuran dan pemberian abu sekam terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan serta serapan P, K, Ca, Mg dan Si oleh tanaman padi varietas

- IR-36 pada tanah podzolik merah kuning dari jasinga. Malah khusus, tidak dipublikasikan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Katayama TD. 1993. Morphological and taxonomical characters of cultivated rice (*O. sativa L.*).p:35-66. Di dalam *Science of the Rice Plant. Volume One. Morphology*. Edited by T. Matsuo and K. Hoshikawa. Tokyo (JP): Food and Agriculture Policy Research Center.
- Kawaguchi K and K Kyuma. 1997. Paddy Soil in Tropical Asia. The University Press of Hawaii, Honolulu. p 195-203.
- Kyuma K. 2004. Paddy Soil Science. Kyoto University Press and Trans Pacific Press. Melbourne. 280 hal.
- Ma JF and Takahashi E. 2002. Soil, Fertilizer and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier Science B. V. Amsterdam. 281 hal.
- Makarim A, E Suhartatik dan A Kartohardjono. 1995. Silikon Hara Penting Tanaman Padi. <http://www.kimia-lipi.net/index>.
- Matichenkov VV, DL Pinsky and EA Bocharnikova. 1995. Influence of Mechanical Compaction of Soils on the State and Form of Available Silicon. *Eurasian Soil Science*. 27 (12) : 58-67.
- Nizuma S, Shoko Kubo and H Morikuni. 2002. Effect of Silica Gel Application on Growth and Silicon Contents of Rice Seedling in Nursery Bed With Different Available Silicon Contents. *Proceedings of Silicon in Agriculture. Yamagata Japan (II)*. 66 : (198-109).
- Roesmarkam NW Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Roos Nababsing P and Wong Yu Cheong. 1984. Residual effect of calcium silicat applied to sugarcane soils. In *Booker Tropical Soil Manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*.
- Savant N. K, Korndorfer, G. H., Datnoff, L. E. and Snyder, G. H. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: a review. *Journal Plant and Nutrition*. 22 (12):1853-1903.
- Simanjuntak H, M Nasibu dan N Kumolositang. 1993. Penelitian pemanfaatan abu sekam padi sebagai kebutuhan rumah tangga. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Manado.
- Singh K, Singh Y, Singh CS, Singh R, Singh KK, Singh AK. 2005. Silicon nutrition in rice. *Fert. News* 50:41-48.
- Somaatmadja. 1990. Sekam gabah sebagai bahan industri. Komunikasi No. 15. Balai Penelitian Kimia. Bogor
- Sommer M, Kaczorec D, Kuzyakov Y and Breuer J. 2006. Silicon pools and fluxes in soils and landscapes-a review. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 169:310– 329.
- Sudiyo, Rahman dan PC Sumardi. 2010. Pemanfaatan sekam padi dan abu terbang sebagai bahan dalam pembuatan keramik dan komposit. Fakultas Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada (UGM)
- Sumida H. 2002. Plant Available Silicon in Paddy Soil. National Agricultural Research Center for Tohoku Region Omagari. Second Silicon in Agriculture Conference. Tsuruoka, Yamagata. Japan. 21: 43-49.
- Suriaikarta DA. 2010. Laporan hasil penelitian uji efektivitas pupuk silikat di rumah kaca. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

- Takahashi E and T Miyake. 1987. Silica and plant growth. Proc. Int. Sem. On Soil Environ. and Fert. Management in Intensive Agriculture. Tokyo.
- Tisdale SL Nelson, W. L. and Beaton, J. D.1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th Ed. Macmillan Publishing, Co. Inc. New York.
- Watanabe Y. 1997. Origin and differentiation of rice. p: 37-39. In Matsuo T, Futsuhara Y, Kikuchi F, Yamaguchi H (Eds.) *Science of the Rice Plant. Volume Three. Genetics*. Tokyo (JP): In Food and Agriculture Policy Research Center.
- Yoshida S. 1985a. The physiology of silicon in rice. FFTC-ASPAC. Techn. Bull. 25:1-27.
- Yukamgo Edo dan NW Yuwono. 2007. Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat Pada Tanaman. <http://www.soil.faperta.ugm.ac.id>.