RADIKULA : Jurnal Ilmu Pertanian
Volume 3, No. 1, Juni 2024, hal. 01 - 08
E-ISSN: 2961-726X | P-ISSN: 2961-7014

Pemberian Biosilika Sekam Padi Pada Tanah Entisol Untuk Budidaya Tanaman Jagung

John Bimasri[1], Mely Murniati[2*], Wartono[1], Andri[3]

[1]Program Pascasarjana Universitas Musi Rawas, Lubuklinggau, Indonesia
[2]Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas, Lubuklinggau, Indonesia
[3]Dinas Pertanian dan Peternakan, Lubuklinggau, Indonesia

ABSTRAK

Jagung (*Zea Mays* L) merupakan tanaman akumulator silika. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh biosilika dari abu sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2021 di Kelurahan Air Kuti Kecamatan Lubuklinggau Timur I Kota Lubuklinggau dengan ketinggian tempat 103 meter diatas permukaan laut (mdpl), menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Biosilika yang dicobakan: 0 ton/ha, 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha, 0,75 ton/ ha, 1 ton/ha, 1,25 ton/ ha. Pengamatan berupa: tinggi tanaman, diameter batang, diameter tongkol, panjang tongkol tanpa kelobot, berat tongkol tanpa kelobot, dan hasil tanaman per hektar. Data dianalisis menggunakan analisis keragaman (Anova). Pemberian biosilika dalam bentuk abu mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil per hektar tanaman jagung. Biosilika sebanyak 0,75 sampai 1,25 ton/ha, meningkatkan berat tongkol tanpa kelobot 14,92%, dan hasil tanaman jagung 0,9 - 1,59 ton/ha atau 8,29 - 14,64%.

Kata kunci: Biosilika, Entisol, Jagung, Sekam Padi, Silika.

ABSTRACT

Corn (Zea Mays L*) is a silica accumulator plant. The research aims to study the effect of biosilica from rice husk ash on the growth and yield of corn plants. The research was carried out from March to June 2021 in Air Kuti Village, East Lubuklinggau I District, Lubuklinggau City with an altitude of 103 meters above sea level (masl), using a Randomized Block Design (RBD). Biosilica tried: 0 ton/ha, 0.25 ton/ha, 0.50 ton/ha, 0.75 ton/ha, 1 ton/ha, 1.25 ton/ha. Observations include: plant height, stem diameter, cob diameter, cob length without husks, cob weight without husks, and plant yield per hectare. Data were analyzed using analysis of diversity (Anova). Providing biosilica in the form of ash can increase the growth and yield per hectare of corn plants. Biosilica is 0.75 to 1.25 tons/ha, increasing the weight of cobs without husks by 14.92%, and corn yields by 0.9 - 1.59 tons/ha or 8.29 - 14.64%.*

Key words: Biosilica, Entisol, Corn, Rice Husk, Silica.

***Caresponding Author* : Nely Murniati,** Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas, Lubuklinggau. **E-mail.** murniatibimasri@gmail.com

Informasi artikel: diserahkan (20, April, 2024), direvisi (21, Mei, 2024), diterima (19, Juni, 2024)

Pendahuluan

Tanah Entisol merupakan jenis tanah yang memiliki tekstur kasar, dengan konsistensi lepas serta memiliki kemantapan agregat yang rendah. Tanah entisol sangat peka terhadap terjadinya erosi sehingga tanah ini memiliki tingkat kesuburan dan kandungan bahan organik yang rendah (Gaol et al., 2014). Tanah entisol tergolong tanah muda sehingga profilnya belum berkembang, dan teksturnya bervariasi dari lempung ke lempung berpasir (Rakesh et al., 2020). Rendahnya kesuburan tanah entisol, karena sebagian besar unsur hara masih berada dalam bentuk batuan mineral dan belum mengalami pelapukan dari batuan induknya. Tanah entisol banyak digunakan sebagai lahan pertanian baik untuk tanaman tahunan maupun tanaman semusim, seperti jagung.

Jagung (*Zea Mays* L) tergolong ke dalam famili graminae yang menyerap silika yang tinggi, dan butuh unsur silika yang banyak dari dalam tanah. Silika bukan tergolong unsur hara esensial bagi tanaman, tetapi peranannya sangat besar terhadap pertumbuhan tanaman. Silika sering dikatakan sebagai unsur hara yang bermanfaat atau *beneficial nutrient* (Nurmala et al., 2016). Pemberian silika ke dalam tanah mampu meningkatkan serapan hara dan produksi tanaman jagung, serta mengurangi dampak yang merugikan akibat dari kekurangan air dan salinitas tanah (Hafez et al., 2021). Jumlah silika yang diserap tanaman menyebabkan meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik (Sakr, 2016; Wang et al., 2017), seperti terhadap serangan penyakit bulai yang terjadi karena diserang oleh *Peronosclerospora maydis* (Budi dan Majid, 2018). Ketersediaan silika menyebabkan hara lebih tersedia dalam tanah. Disamping itu, silika juga mampu memperbaiki kapasitas tukar kation tanah (Kristanto, 2018). Ketersediaan silika di dalam tanah mengakibatkan serapan hara dari dalam tanah seperti nitrogen oleh akar tanaman meningkat (Alsaeedi et al*.,* 2019). Selanjutnya dijelaskan juga oleh Rao et al., (2019), bahwa serapan nitrogen oleh akar tanaman meningkat secara signifikan dengan pemberian silika sebanyak 1 t ha^{-1}. Silika mampu meningkatkan pengangkutan nutrisi yang diserap oleh akar menuju titik pertumbuhan tanaman (Greger et al., 2018), dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air, memperbaiki tekstur, serta mengurangi tingkat erosi yang terjadi pada tanah (Siam, et al., 2018).

Silika berasal dari material alami seperti batuan, mineral, dan bahan organik. Menurut Klotzbücher et al., (2018), ketersediaan silika tanah meningkat sebanyak 290 mg/kg apabila diberi pupuk organik. Senyawa organik yang banyak mengandung silika diantaranya adalah sekam padi. Seperti dijelaskan pula oleh Suratno et al*.,* (2015), bahwa produksi jagung meningkat pada tanah gambut yang diamiliorasi dengan abu dari sekam padi, karena abu sekam padi mengandung SiO_2 sebanyak 79,85% (Bahtiar et al., 2021). Silika yang berasal dari sekam padi merupakan silika organik dalam artikel ini diberi nama Biosilika. Tujuan dilakukannya penelitian ini guna mengevaluasi efek dari penambahan biosilika dalam bentuk abu sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah Entisol.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dari Bulan Maret sampai Juni 2021 di Kelurahan Air Kuti Kecamatan Lubuklinggau Timur I Kota Lubuklinggau dan ketinggian tempat 103 meter diatas permukaan laut (mdpl). Bahan-bahan yang digunakan berupa benih jagung varietas Hibrida BISI-18, pupuk NPK, pestisida, herbisida dan biosilika, sedangkan alat-alat yang dipakai berupa cangkul, garu, parang, tugal, *handsprayer*, meteran, jangka sorong, arit, timbangan, dan selang air. Biosilika dibuat dari sekam padi yang dibakar di dalam tanur pembakaran sampai menjadi abu yang berwarna putih ke abu-abuan.

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 6 level perlakuan yang dibuat empat kelompok. Pemberian biosilka dari sekam padi yang berbentuk abu yang dicobakan adalah: 0 ton/ha, 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha,

0,75 ton/ha, 1 ton/ha, dan 1,25 ton/ha, dibuat 24 unit penelitian yang masing-masing unit diambil 5 tanaman sebagai sampel. Tanah diolah dengan kultivator menggunakan rotari 20 cm, dibuat petak penelitian dengan ukuran 3x3 m dan jarak antar petakan 0,5 m serta jarak antar kelompok 1 m. Biosilika disebar setelah pengolahan tanah pertama, sebanyak sesuai perlakuan, lalu diaduk dengan cangkul saat pengolahan tanah ke dua. Benih jangung ditugal menggunakan jarak 0,8 m x 0,2 m sebanyak dua butir per lobang. Tanaman yang tidak tumbuh disulam saat tujuh hari setelah penananam (hst), dan penjarangan di umur 14 hst. Pupuk diberikan pada 10, 30, dan 42 hst dengan pupuk NPK (15-15-15) dengan dosis 300 kg/ha serta Urea 200 kg/ha yang masing-masing pemberian 1/3 dari dosis dengan cara ditugal. Pengendalian hama ulat grayak dilakukan dengan menggunakan insektisida dengan bahan aktif *abamectin benzoat* 52 cc dengan konsentrasi 10 ml/10 L air yang disemprotkan pada seluruh bagian tanaman. Panen dilakukan setelah tanaman berumur 96 hst. Parameter pengamatan terdiri dari tinggi tanaman, diameter batang, diameter tongkol, panjang tongkol tanpa kelobot, berat tongkol tanpa kelobot, dan hasil/ha. Panen dilakukan pada semua tanaman di masing-masing petak penelitian saat kelobot tongkol telah mengering, lalu kelobot dikupas dan dijemur sampai kadar air 14% dan dipipil. Data yang dihasilkan dianalisis dengan analisis varian (Anova) menggunakan SPSS versi 23, untuk mengetahui tingkat ketelitian dilakukan uji Koefisien Keragaman, dan untuk melihat beda antar perlakuan yang dicobakan dilakukan menggunakan Uji F dan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf uji 1 %.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Pemberian biosilika memberikan pengaruh sangat signifikan pada tinggi tanaman, panjang tongkol tanpa kelobot, berat tongkol tanpa kelobot, hasil per hektar tetapi berpengaruh tidak signifikan pada diameter batang dan diameter tongkol tanpa kelobot (Tabel 1.). Hasil Uji BNJ pada taraf uji 1 % pengaruh biosilika terhadap tanaman jagung ditampilkan di Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh Biosilika Sekam Padi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung.

No	Peubah yang di amati	T	KK
1	Tinggi Tanaman	9,56**	13,96 %
2	Diameter Batang	1,57tn	20,17 %
3	Diameter Tongkol Tanpa Kelobot	1,09tn	5,31 %
4	Panjang Tongkol Tanpa Kelobot	5.71**	10,1 %
5	Berat Tongkol Tanpa Kelobot	8,65**	3,37 %
6	Hasil Per Hektar	8,58**	3,36 %

Keterangan :
T = Biosilika
** = Berpengaruh sangat signifikan
Tn = Berpengaruh tidak signifikan
KK = Koefisien Keragaman

Tabel 2. Pengaruh Dosis Biosilika Sekam Padi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung.

No	Peubah yang di Amati	Perlakuan dosis biosilika (ton/ha)						BNJ	BNJ
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	5%	1%
1	Tinggi Tanaman (cm)	132.25 A	163.55 AB	205.85 BC	224.10 BC	244.35 C	178.33 ABC	54.83	69.29
2	Diameter batang (mm)	18.85	23.58	23.48	26.08	27.60	25.65	-	-
3	Diameter Tongkol Tanpa Kelobot (mm)	33.63	31.65	31.88	31.35	32.08	33.13	-	-
4	Panjang Tongkol Tanpa Kelobot (cm)	15.93 A	19.45 AB	19.70 AB	20.38 AB	22.53 B	17.35 A	3.99	5.04
5	Berat Tongkol Tanpa Kelobot (g)	206.89 A	224.84 ABC	233.01 BC	224.82 ABC	216.89 AB	237.76 C	15.48	19.56
6	Hasil Per Hektar (ton)	10,86 A	11,86 ABC	12.26 BC	11,80 ABC	11,39 AB	12,45 C	0,81	1,02

Keterangan : Angka-angka dengan notifikasi huruf yang sama di baris yang sama berarti berbeda tidak signifikan di taraf uji 1 %.

Berdasarkan data yang telah di analisis terlihat bahwa pemberian biosilika berpengaruh sangat signifikan pada tinggi tanaman (Tabel 1.). Perlakuan dosis biosilika sekam padi sebanyak 1 ton/ha berbeda sangat signifikan dibandingkan 0 ton/ha dan 0,25 ton/ha, walaupun dosis 0 ton/ha berbeda tidak signifikan dibandingkan 0,50 ton/ha, 0,75 ton/ha dan 1,25 ton/ha (Tabel 2.). Tanaman jagung yang paling tinggi dihasilkan pada tanaman yang diberi biosilika dengan dosis 1 ton/ha dengan tinggi 244,35 cm, dan yang paling rendah pada dosis 0 ton/ha yaitu 132,25 cm. Terjadi penurunan tinggi tanaman pada tanaman jagung yang diberi dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha karena jumlah abu yang diberikan terlalu banyak, sehingga media terlalu porous dan terjadi pencucian.

Diameter batang jagung yang terbesar terjadi pada perlakuan dosis biosilika sebanyak 1 ton/ha yaitu rata-rata 27,60 mm serta yang terendah pada perlakuan 0 ton/ha yaitu 18,85 mm. Diameter tongkol tanpa kelobot terbesar dihasilkan pada tanaman jagung yang tidak diberi biosilika yaitu rata-rata 33,63 mm serta yang terkecil pada perlakuan pemberian biosilika sebanyak 0,75 ton/ha yaitu 31,35 mm. Perlakuan dosis biosilika sebanyak 1 ton/ha berbeda sangat signifikan dila dibandingkan 0 ton/ha dan 1,25 ton/ha, walaupun berbeda tidak signifikan dengan 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha dan 0,75 ton/ha (Tabel 2.). Tongkol tanpa kelobot terpanjang dihasilkan pada perlakuan 1 ton/ha yaitu rata-rata 22,53 cm dan yang terpendek pada perlakuan 0 ton/ha yaitu 15,93 cm. Perlakuan dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha berbeda sangat signifikan dengan 0 ton/ha dan 1 ton/ha, walaupun berbeda tidak signifikan dengan 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha dan 0,75 ton/ha. Tongkol tanpa kelobot yang terberat dihasilkan pada perlakuan pemberian dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha yaitu rata-rata 237,76 g, dan yang teringan pada perlakuan tanpa pemberian biosilika yaitu 206,89 g. Perlakuan dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha berbeda sangat signifikan dibandingkan 0 ton/ha dan 1 ton/ha, tetapi dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha berbeda tidak signifikan dengan 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha serta 0,75 ton/ha (Tabel 2.). Hasil per hektar tertinggi dihasilkan pada perlakuan pemberian biosilika dengan dosis sebanyak 1,25 ton/ha yaitu rata-rata 12,45 ton/ha, dan yang terendah pada perlakuan tanpa pemberian biosilika yaitu 10,86 ton/ha. Dosis biosilika sebanyak 1,25 ton/ha berbeda sangat signifikan dengan hasil yang dihasilkan pada perlakuan 0 ton/ha dan 1 ton/ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan dosis biosilika sebanyak 0,25 ton/ha, 0,50 ton/ha, dan 0,75 ton/ha.

Pembahasan

Pemberian biosilika dalam bentuk abu menunjukkan pengaruh sangat signifikan pada tinggi tanaman, panjang

dan berat tongkol tanpa kelobot, dan produksi/ha (Tabel 1.), sebab biosilika dalam bentuk abu yang diberikan mengandung silika yang tinggi (Fatriansyah et al., 2018). Selanjutnya Wijaya et al., (2018), menjelaskan dengan pemberian abu sekam padi berpengaruh positif pada peningkatan pertumbuhan tanaman. Tersedianya silika pada tanah memengaruhi tersedianya hara lain seperti nitrogen, fospor, kalium, dan kalsium dan mengurangi pengaruh buruk dari stres karena faktor biotik dan abiotik (Rao dan Susmitha, 2017), sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi maksimal. Silika berperan penting pada proses fisiologi serta resistensi tanaman (Sudradjat et al., 2016). Penyerapan silika oleh tanaman menyebabkan ketebalan sel pada tanaman meningkatkan, menjadikan tanaman lebih kuat menahan serangan hama maupun penyakit (Wu et al., 2017) dan tahan rebah (Sato et al*.,* 2017). Zargar et al., (2019) menjelaskan silika merupakan *multi-talented-nutrient* sebab mampu memberikan kelebihan terhadap tanaman, khususnya dalam kondisi cekaman.

Pemberian biosilika mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi (Tabel 2.). Tanaman jagung menunjukkan pertumbuhan yang terbaik dihasilkan dari pemberian biosilika sebanyak 1 ton/ha, sebab mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sampai 92 cm atau 70% dibandingkan dengan tanpa pemberian biosilika, diameter batang meningkat sebesar 8,75 mm atau 46 %, dari 18,85 mm tanpa pemberian biosilika menjadi 27,60 mm dengan pemberian biosilika sebanyak 1 ton/ha. Pertumbuhan tanaman berhubungan dengan penambahan sel tanaman yang merupakan perkembangan tinggi dan diameter batang tanaman, karena tingginya translokasi asimilat dalam jaringan karena adanya unsur hara silika (Yukamgo dan Yuwono 2007). Selanjutnya Zulputra et al*.,* (2014), mengemukakan pula bahwa hara dalam tanah mampu diserap lebih tinggi apabila dalam tanah tersedia silika. Selain itu ketersediaan silika dalam tanah mampu mengatasi keracunan Na, Fe, Mn, dan Al, serta mampu meningkatkan ketersediaan unsur makro yang banyak dibutuhkan oleh tanaman (Prihastanti, 2016). Tingkat kelarutan unsur silika berbanding lurus dengan Mn, tetapi memiliki korelasi yang negatif terhadap keasaman tanah (Anggria et al., 2020)

Aplikasi biosilika dengan dosis 1 ton/ha menunjukkan hasil yang lebih baik pada tinggi tanaman, diameter batang, dan panjang tongkol tanpa kelobot. Biosilika yang diberikan ke dalam tanah Entisol untuk budidaya tanaman jagung berpengaruh tidak signifikan terhadap diameter tongkol, justru tongkol yang diamaternya paling besar dihasilkan pada jangung yang tidak diberikan biosilika (Tabel 2.). Pemberian biosilika mampu meningkatkan panjang tongkol tanaman jagung dari 15,93 cm menjadi 22,53 cm, bertambahnya silika di dalam tanah mampu meningkatkan panjang tongkol rata-rata 6,60 cm atau sebesar 41 %. Tongkol jagung tanpa kelobot yang terberat dihasilkan pada perlakuan pemberian biosilika sebanyak 1,25 ton/ha, yaitu 237,76 g. Hasil ini meningkat sebesar 30,87 g atau 14,92 % dibandingkan tanpa pemberian biosilika. Hasil per hektar tertinggi dihasilkan pada jagung yang diberi biosilika sebanyak 1,25 ton/ha menghasilkan 12,45 ton/ha, meningkat sebesar 14,64% atau 1,59 ton/ha dibandingkan dengan tanpa pemberian biosilika.

Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung terjadi peningkatan secara signifikan dengan diberikan biosilika sebanyak 1 ton/ha. Hasil ini disebabkan karena dengan pemberian biosilika dalam jumlah tersebut silika yang tersedia cukup banyak sehingga mampu mencukupi kebutuhan silika bagi tanaman jagung. Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman akumulator silika sehingga untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik dibutuhkan silika dalam jumlah cukup banyak di dalam tanah. Pemberian silika dalam tanah untuk budidaya tanaman jagung mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi yang merugikan (Hafez et al., 2021). Jumlah biosilika yang diberikan berpengaruh pada ketersediaan silika yang tersedia bagi

tanaman, semakin banyak jumlah pemberian akan meningkat pula jumlah silika yang terdesia dalam tanah (Rachmawati et al., 2018).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian biosilika dalam bentuk abu mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Pemberian biosilika sebanyak 1 sampai 1,25 ton/ha, mampu meningkatkan berat tongkol tanpa kelobot seberat 14,92 % dan hasil tanaman jagung antara 0,9 sampai 1,59 ton/ha atau sebesar 8,29 sampai 14,64%,

Saran

Sekam padi sebagai limbah yang jumlahnya melimpah sebaiknya diolah menjadi biosilika sehingga tidak mencemari lingkungan dan mampu menambah kandungan silika tanah serta meningkatkan hasil tanaman jagung.

Referensi

Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. 2019. *Silica Nanoparticles Boost growth and Productivity of Cucumber Under Water Deficit and Salinity Stresses by Balancing Nutrients Uptake*. J Plant Phy and Bio, 139(December 2018), 1–10. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.008

Anggria, L., Husnain, Masunaga, T. 2020. *Faktor Pengendali Kelarutan Silika dalam Larutan Tanah.* J Agric, 32(2):83-94. DOI: 10.24246/agric.2020.v32.i2.p83-94

Bahtiar, J., Kharisun, dan Suharti, W.S. 2021. *Pengaruh Ragam Sumber Silika terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan Tanaman Padi Terinfeksi Rhizoctonia solani*. J, Pert Terp 9(1):26-39. https://doi.org/10.36084/jpt..v9i1.297

Budi, M.B.S., dan Majid, A. 2018. *Potensi Kombinasi Trichoderma SP dan Abu Sekam Padi sebagai Sumber Silika dalam Meningkatkan KetahananTanaman Jagung (Zea mays) terhadap Serangan Penyakit Bulai (Peronosclerospora maydis).* Prosiding, Pembangunan Pertanian dan Peran Pendidikan Tinggi Agribisnis:Peluang dan Tantangan di Era Industri 4.0, (November, 2018):732–747. https://jurnal.unej.ac.id/index.php/prosiding/article/view/8985.

Fatriansyah, J.F., Situmorang, F.W., dan Dhaneswara, D. 2018. *Ekstraksi Silika dari Sekam Padi: Metode Refluks dengan NaOH dan Pengendapan Menggunakan Asam Kuat (HCl) dan Asam Lemah (CH_3COOH)*. Prosiding Seminar Nasional Fisika Uninversitas Riau, 29 September 2018. https://snf.fmipa.unri.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/20.-3049-123-127II.pdf

Gaol, S.K.L., Hanum, H., dan Sitanggang, G. 2014. *Pemberian Zeolit dan Pupuk Kalium untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara K dan Pertumbuhan Kedelaidi Entisol*. J Agroekoteknologi, 2(3):1151-1159 https://media.neliti.com/media/publications/100053-ID-pemberian-zeolit-dan-pupuk-kalium-untuk.pdf

Greger, M., Landberg, T., and Vaculik, M. 2018. *Silicon Availability and Accumulation of Mineral Nutrients Plant Species*. J Plants, 7(2):1-16. https://doi.org/10.3390/plants7020041

Hafez, E.M., Osman, H.S., Gowayed, S.M., Okasha, S.A., Omara, A.E.D., Sami, R., Monem, A.M.A.E., and Razek, U.A.A.E. 2021. *Minimizing the Adversely Impacts of Water Deficit and Soil Salinity on Maize Growth and Productivity in*

Response to the Application of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Silica Nanoparticles. J Agronomy, 11(4):676. https://doi.org/10.3390/agronomy11040676

Klotzbücher, T., Klotzbücher, A., Kaiser, K., Merbach, I., and Mikutta, R. 2018. *Impact of Agricultural Practices on Plant-Available Silicon*. J Geod, 331:15–17. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.06.011

Kristanto, B. A. 2018. *Aplikasi Silika Untuk Pengelolaan Kesuburan Tanah Dan Peningkatan Produktivitas Padi Secara Berkelanjutan*. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan, Ketahanan, dan Keamanan Pangan, 102–109. https://pasca.uns.ac.id/s2ilmulingkungan/wp-content/uploads/sites/25/2018/05/PROSIDING-SEMNAS-FINISH-2018.pdf

Nurmala A, Yuniarti A, Syahfitri N. 2016. *Pengaruh berbagai dosis pupuk silika organik dan tingkat kekerasan biji terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Hanjeli pulut (Coix lacryma jobi L.) genotip 37*. J Kult. 15(2):133–142. https://Doi.org/10.24198/kltv.v15i2.11896

Rachmawati, D., Monika, N.L.G.M., dan Masruroh, U. 2018. *Potensi Abu Sekam Padi untuk Meningkatkan Ketahanan Oksidatif Non-Enzimatik dan Produksi Padi merah pada Cekaman Kekeringan*. J Agron Ind, 46(1):24-32. DOI: https://dx.doi.org/10.24831/jai.v46i1.13205

Rakesh, S., Sinha, A.K., and Mukhopadhyay, P. 2020. *Vertical Distribution of TOC and Other Important Soil Attributes and Their Relationship in Alfisol and Entisol of West Bengal.* J Envt and Clim Chan, 10(1):62-73. DOI https://10.9734/IJECC/2020/v10i130176.

Rao AN, Wani SP, Ramesha MS, Ladha JK. 2017. *Rice production systems*. Chapter 8. Springer Inter Publ, p 185–205.https://doi.org/10.1007/978-3-319-47416-5_8

Rao, G.B., and Susmitha, P. 2017. *Silicon Uptake, Transportation, and Accumulation in Rice*. J. Pharmacog Phytochem, 6(6):290-293. https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue6/PartE/6-5-385-299.pdf

Sakr, N. 2016. *Silicon Control of Bacterial and Viral Diseases in Plants*. J Plant Prot Resc, 56(4):331–336. https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0052

Sato, N., Noriaki, O., Kazuki, N., Yoshiyuki, S., and Hiroaki, I., 2017. *Efeect of Nanostruktured Biosilica on Rice Plant Mechanics*. J RSC Adv. 22(1):13065-13071.DOI: 10.1039/c6ra27317c

Siam, H.S., Moez, M.R.A.E., Holah, S.S., and Zeid, S.T.A. 2018. *Effect of Silicon Addition to Different Fertilizer on Yield of Rice (Oryza sativa L.) Plant. II-Micronutrient Status by Different Rice Parts.* J of Appl Sci, 8(1):191-201. https://www.curresweb.com/mejas/mejas/2018/191-201.pdf

Sudradjat, A.F. Jufri, E. Sulistyono. 2016. *Studies on the Effects of Silicon and Antitranspirant on Chili Pepper (Capsicum annuum L.) Growth and Yield*. J. Sci. Res. 137:5-10. Doi: https://10.3923/ijar.2017.36.40.

Prihastanti, E., Subagyo, A., dan Ngadiwiyana. 2016. *Aplikasi Pupuk Nano Silika dalam Peningkatan Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pangan*. Prosiding

Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship III. Semarang, 20 Agustus 2016:540- 543. http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/snse/snse/paper/viewFile/1033/983

Wang, M., Gao, L., Dong, S., Sun, Y., Shen, Q., and Guo, S. 2017. *Role of Silicon on Plant–Pathogen Interactions.* J Plant Sci, 8:1–14. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00701

Wu, X., Yaoguang Yu, Scott, R., Yuanyuan, S., Guohua, L., Chaohui D., Jinbo N ., Zhiqiang, P., and Rensen, Z. 2017. *Interactions between Nitrogen and Silicon in Rice and Their Effects on Resistance toward the Brown lanthopper Nilaparvata lugens*. J Plant Sci. Vol. 2(3)8:28. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00028

Yukamgo, E., dan N.W. Yuwono. 2007. *Peran Silika sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu.* J Ilm Tnh dan Lingk, 7(2):103-116. https://nasih.files.wordpress.com/2011/05/2007-peran-silikon-sebagai-unsur-bermanfaat-pada-tanaman-tebu.pdf

Zargar, S.M., R. Mahajan, J.A., Bhat, M., Nazir, R., Deshmukh. 2019. *Role of Silicon in Plant Tress Tolerance: Opportunities to Achieve aSustainable Cropping System*. J Biotech.9:1-16.Doi https://10.1007/s13205-019-1613-z.