

Peningkatan Produksi Tanaman Padi Hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) Varietas Jeliteng dengan Pemberian Pupuk Silika Cair

Erlina Rahmayuni^{1*}, Ratna Sukmadewi², Kurniati³, Welly Herman⁴

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Cireundeu, East Ciputat, South Jakarta, 15419, Indonesia

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat Timur, Jakarta Selatan, 15419, Indonesia

³Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu 38121, Indonesia

⁴Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene 22559, Indonesia

erlina.rahmayuni@umj.ac.id

Abstrak

Padi hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) merupakan pangan lokal yang kaya antioksidan dan mengandung pigmen paling baik serta memiliki aroma dan rasa yang baik. Salah satu varietas padi hitam yang memiliki penampilan yang spesifik dan unik adalah varietas Jeliteng. Varietas ini memiliki potensi yang tinggi namun kemampuan untuk memproduksi masih rendah. Oleh karena itu dilakukan upaya untuk meningkatkan produksi dengan pupuk silika cair. Penelitian telah dilakukan pada tanah Jenis Andisol di Desa Cibunar, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan 5 konsentrasi pupuk silika cair yang berbeda (0 ml/L air (kontrol), 5 ml/L air, 7,5 ml/L air, 10 ml/L air, dan 12,5 ml/L air). Masing-masing penelitian diulang 5 kali dan setiap satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman sehingga ada 75 tanaman. Pupuk silika cair diaplikasikan saat tanaman berumur 2 Minggu Setelah Tanam (MAT), 4 MAT, 6 MAT dan 8 MAT. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk silika cair memberikan respons positif terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang malai, dan jumlah gabah per malai namun tidak berbeda nyata diuji secara statistik. Penggunaan 10 ml/L air pupuk silika cair cenderung memberikan hasil yang lebih bagus dibandingkan dengan penggunaan konsentrasi lainnya baik pada parameter pertumbuhan maupun hasil tanaman. Pemberian pupuk silika cair dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman padi hitam varietas Jeliteng dengan konsentrasi 10 ml/L air.

Kata Kunci: *Andisol; Padi Hitam; Silika Cair*

Abstract

Black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) is a local food that is rich in antioxidants and contains the best pigments and has a good aroma and taste. One of the black rice varieties that has a specific and unique appearance is the Jeliteng variety. This variety has high potential but the ability to produce is still low. Therefore, efforts are being made to increase production with liquid silica fertilizer. Research was carried out on Andisol type soil in Cibunar Village, Garut Regency, West Java. The research was structured using a Randomized Complete Group Design (RKLK) with 5 different concentrations of liquid silica fertilizer (0 ml/L water (control), 5 ml/L water, 7.5 ml/L water, 10 ml/L water, and 12.5 ml/L water). Each study was repeated 5 times and each experimental unit consisted of 3 plants so there were 75 plants. Liquid silica fertilizer is applied when the plants are 2 weeks after planting (MAT), 4 MAT, 6 MAT and 8 MAT. Research shows that application of liquid silica fertilizer provides a positive response to plant height, number of tillers, panicle length, and number of grains per panicle but there is no significant difference in statistical tests. Using 10 ml/L of liquid silica fertilizer water tends to give better results compared to using other concentrations both on growth parameters and plant yields. Providing liquid silica fertilizer can influence the growth and production of black rice plants of the Jeliteng variety with a concentration of 10 ml/L of water.

Keywords: *Andisol; Black Rice; Liquid Silica*

1. Pendahuluan

Padi hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) merupakan salah satu jenis padi yang menghasilkan beras yang sedang populer di masyarakat Indonesia. Padi hitam merupakan salah satu varietas padi yang memiliki nilai gizi tinggi dan berpotensi menjadi sumber pangan alternatif yang berkualitas. Beras hitam dikonsumsi sebagai bahan pangan fungsional sebab bermanfaat bagi kesehatan (Mangiri *et al.*, 2016). Beras hitam

mempunyai nilai jual yang tinggi dibandingkan dengan harga beras lainnya karena mengandung banyak khasiat untuk kesehatan terutama untuk para penderita diabetes. Selain itu belum banyak petani yang menanam padi hitam sehingga ketersediaannya sangat terbatas.

Produksi beras hitam perlu ditingkatkan karena permintaannya semakin tinggi. Tanaman Varietas Jeliteng dikenal sebagai salah satu varietas padi hitam yang memiliki adaptabilitas tinggi terhadap berbagai

kondisi lingkungan. Pengembangan teknologi pertanian yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi hitam menjadi perhatian utama dalam konteks ketahanan pangan dan diversifikasi sumber pangan. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi tanaman padi hitam yaitu dengan efisiensi penggunaan pupuk.

Alternatif solusi yang dapat digunakan adalah dengan beralih ke pupuk dan melakukan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dengan menambahkan pupuk pengganti lainnya yang mampu menyumbang ketersediaan hara pada tanaman (Rahmayuni et al., 2023). Salah satu jenis pupuk yang mengandung unsur hara yang perlu ditambahkan dalam budidaya tanaman padi yaitu Silika (Si). Secara umum, tanaman padi termasuk tanaman yang membutuhkan silika dalam jumlah besar. Silika berperan penting dalam meningkatkan kekuatan batang, daun, dan akar tanaman padi, serta memberikan perlindungan terhadap hama dan penyakit. Oleh karena itu, penelitian tentang deposisi silika pada bagian-bagian tertentu dari tanaman padi dapat memberikan wawasan tambahan tentang mekanisme penyerapan dan akumulasi silika oleh tanaman tersebut. Menurut Hong (1984), silika merupakan unsur yang terbanyak diserap oleh tanaman padi. Pada pertanaman padi memerlukan silika sebanyak 230 - 470 kg/ha (Sabatini, 2017) sedangkan tanaman padi mengangkut unsur silika antara 100 - 300 kg/ha setiap kali panen (Amrullah et al., 2014).

Silika tidak termasuk ke dalam unsur hara esensial bagi banyak tanaman (Hayasaka et al., 2008), tetapi silika memberikan efek menguntungkan bagi beberapa tanaman golongan *gramineae*, salah satunya adalah tanaman padi. Aplikasi pupuk silika mampu mengurangi cekaman biotik dan abiotik. Cekaman abiotik seperti suhu, air, kekeringan sedangkan cekaman biotik dalam mekanisme pertahanan terhadap serangan hama dan penyakit pada tanaman (Epstein, 2009). Silika adalah salah satu unsur hara yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dan memiliki peranan penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi. Selain dapat meningkatkan hasil padi, silika juga meningkatkan ketersediaan hara (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn), menurunkan toksisitas unsur (Fe, Mn, Al), dan meminimalkan stres biotik dan abiotik pada tanaman (Rao dan Susmitha, 2017).

Pada umumnya petani sangat jarang bahkan cenderung tidak melakukan pemupukan unsur hara mikro bagi tanaman. Setiap musim tanam hanya unsur-

unsur makro esensial yang selalu diberikan atau ada penambahan secara berkala, tetapi tidak seperti itu unsur hara mikro semisal silika, sehingga yang terjadi adalah setiap musim selalu berkurang tanpa adanya penambahan. Menurut Husnain (2011) keberadaan silika di dalam tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman padi. Prasetyo et al. (2010) menyatakan bahwa pada kisaran tahun 1970 – 2003 kandungan silika terus berkurang ketersediaannya sekitar 20% pada tanah sawah. Kehilangan unsur silika melalui proses pemanenan tanpa dibarengi dengan penambahan unsur silika dapat menyebabkan terjadinya penurunan kandungan silika yang tersedia dalam tanah dan pada akhirnya akan menyebabkan defisiensi bagi tanaman. Tanaman padi yang kekurangan unsur silika dapat mengakibatkan pertumbuhan dan produktivitas tidak optimal (Amrullah, 2015).

Pupuk silika cair diaplikasikan dengan cara disemprotkan melalui daun. Menurut (Jamilah et al., 2017), aplikasi pupuk melalui daun lebih berhasil jika konsentrasi yang diberikan semakin rendah. Hal ini berhubungan dengan sifat kutikula yang melindungi lapisan epidermis daun. Oleh sebab itu pemberian pupuk melalui daun lebih mengutamakan nutrisi yang mikro dibandingkan nutrisi makro. Hal ini disebabkan nutrisi makro lebih banyak dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhannya, sehingga aplikasi melalui daun menjadi tidak efektif.

Belum banyak penelitian yang secara spesifik menjelaskan tentang kebutuhan unsur hara silika terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi hitam. Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respons pemberian pupuk silika cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi hitam varietas Jeliteng.

2. Metodologi

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2022 di Desa Cibunar, Kecamatan Cibatu, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Lokasi penelitian berada di ketinggian \pm 600 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan tanah jenis Andisol. Penelitian menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT), dengan 5 taraf perlakuan yaitu konsentrasi pupuk silika cair yang meliputi 0 mL/L air, 5 mL/L air pupuk silika cair, 7,5 mL/L air pupuk silika cair, 10 mL/L air pupuk silika cair dan 12,5 mL/L air pupuk silika cair. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan

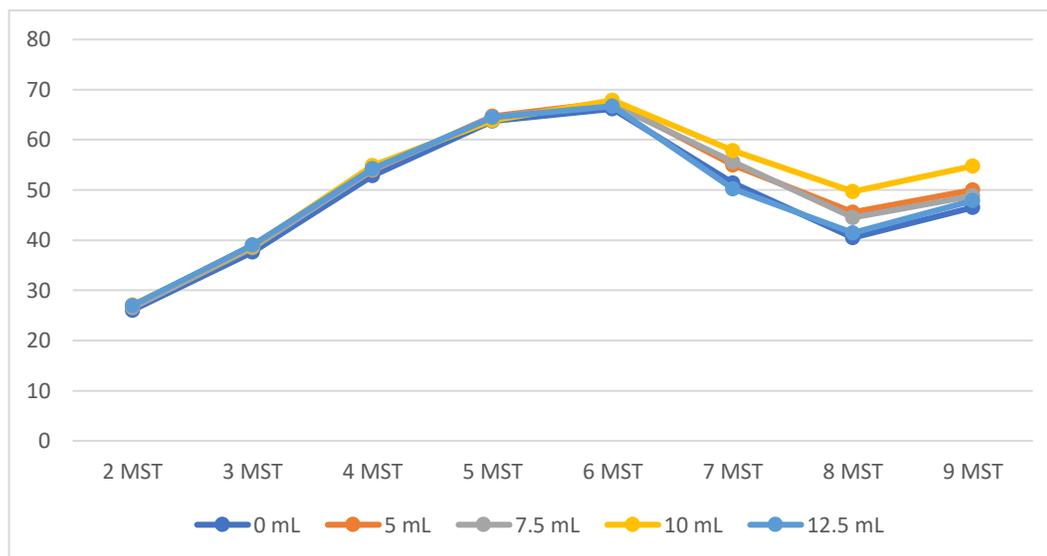
terdiri dari 3 tanaman dan total keseluruhan tanaman adalah 75. Penelitian menggunakan media tanam tanah Andiso yang ditambahkan pupuk kandang 100 g/emper. Untuk pupuk anorganik diaplikasikan sebanyak 3 kali dengan dosis, diawal tanam 150 kg/ha NPK, 3 minggu setelah tanam 150 kg/ha NPK dan 50 kg/ha urea dan pemupukan ketiga saat umur 5 MST dengan dosis 100 kg/ha urea (Endang, 2019). Pemupukan silika cair dilakukan dengan cara menyemprotkan pada seluruh bagian tanaman pada saat tanaman berumur 2 MST, 4 MST, 6 MST, dan 8 MST. Pemberian perlakuan dengan

konsentrasi pupuk Silika cair yang digunakan dengan cara membuat larutan silika (5 ml, 7,5 ml, 10 ml, dan 12,5 ml) pupuk silika cair kedalam 1L air. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman saat tanaman berumur 2 – 9, Jumlah anakan (batang) saat tanaman berumur 4 - 8 MST, dengan cara menghitung jumlah anakan tanaman padi yang tumbuh dari batang padi utama, panjang malai, jumlah gabah per malai (butir), bobot gabah basah dan bobot gabah kering per tanaman (g), dan bobot 1000 butir (g).

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan faktor genetik dari tanaman itu sendiri dan variasi tanaman merupakan faktor lingkungannya (Afdila et al., 2021). Tinggi tanaman padi hitam saat umur 2 sampai 9 minggu setelah tanam sebagai akibat penggunaan pupuk silika cair disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Respon pemberian silika cair terhadap tinggi tanaman umur 2 - 9 MST.

Berdasarkan grafik tersebut terlihat dengan jelas bahwa tinggi tanaman padi hitam saat awal penanaman sampai 6 MST di semua perlakuan belum memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Namun demikian, mulai 7 MST sampai 9 MST memperlihatkan tinggi tanaman dengan perlakuan 10 mL silika cair memberikan respon yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara tinggi tanaman yang terendah selama pengamatan ditunjukkan oleh tanaman dengan perlakuan kontrol atau tanpa pemberian silika cair. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amrullah (2015), silika berperan sangat penting dalam pertumbuhan tanaman padi karena memberi pengaruh

yang baik pada pertumbuhan tanaman padi. Tetapi pada aplikasi pemberian silika cair tertinggi (12,5 mL) justru respon tanaman padi hitam hamper sama dengan tanpa pemberian silika cair. Menurut Wang *et al.* (2014) dan Sacala (2009), aplikasi silika tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi dapat mengontrol cekaman abiotik dan biotik seperti kekeringan dan serangan hama penyakit. Ghanbari dan Malidareh (2011) menambahkan bahwa silika hanya memiliki sedikit pengaruh pada tahap vegetatif.

Jumlah Anakan

Jumlah anakan berpengaruh langsung terhadap jumlah malai yang dihasilkan, makin banyak anakan

produktif makin tinggi jumlah gabah yang akan diperoleh. Jumlah anakan ini juga termasuk anakan produktif yang berkembang lebih lanjut dan

menghasilkan malai. Tetapi tidak selamanya demikian karena pembentukan anakan dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Afdila et al., 2021)

Tabel 1. Respon pemberian silika cair terhadap jumlah anakan umur 4 - 8 MST.

Perlakuan Silika cair	Jumlah Anakan (batang/rumpun)				
	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
0 mL/L air	10,80	20,33	43,00	51,53	54,13
5 mL/L air	12,33	22,73	49,20	57,40	59,00
7,5 mL/L air	11,80	21,93	44,93	57,27	56,93
10 mL/L air	12,87	24,20	45,67	59,53	62,27
12,5 mL/L air	12,20	24,33	49,87	59,73	62,87

Pupuk silika cair terlihat dapat meningkatkan jumlah anakan padi hitam pada 5,6,7, dan 8 MST. Pada tabel tersebut terlihat jumlah anakan padi hitam meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pemberian pupuk silika cair. Rata-rata anakan yang dihasilkan perlakuan 0 mL/L air sampai 12,5 mL/L air berkisar dari 12 – 62 anakan, sedangkan perlakuan kontrol hanya menghasilkan 10 – 54 anakan selama 8 MST. Rata-rata anakan paling banyak dihasilkan oleh perlakuan pupuk silika cair dengan dosis 12,5 mL yaitu sebanyak 62 anakan. Hal ini sejalan dengan Matsuo *et al.* (1995) yang menjelaskan bahwa semakin meningkat kadar silika menyebabkan jumlah anakan meningkat. Yohana (2013) menyatakan bahwa akumulasi asimilat selama proses fotosintesis dapat meningkatkan jumlah

anakan. Keberadaan silika dapat menggiatkan pembentukan anakan yang ditentukan oleh kegiatan pembelahan sel. Berdasarkan hasil penelitian Zulputra *et al.* (2014) menunjukkan bahwa jumlah anakan padi meningkat dengan meningkatnya serapan P akibat pemberian silika karena fosfor dibutuhkan tanaman dalam proses pembelahan sel dan sebagai energi dalam setiap proses metabolisme tanaman.

Panjang Malai (cm) dan Jumlah Gabah per Malai (butir)

Panjang malai merupakan sifat penting untuk meningkatkan arsitektur malai dan hasil gabah pada padi. Panjang malai ini dipengaruhi oleh faktor genetik dari varietas serta daya adaptasi varietas itu pada lingkungan tumbuh tanaman.

Tabel 2. Respon pemberian silika cair terhadap panjang malai dan jumlah gabah per malai.

Perlakuan Silika cair	Panjang Malai (cm)	Gabah per Malai (butir)
0 mL/L air	16,47	138,50
5 mL/L air	20,12	173,25
7,5 mL/L air	18,72	174,00
10 mL/L air	21,18	185,25
12,5 mL/L air	16,52	171,50

Berdasarkan hasil analisis ragam (tabel 2) pada semua perlakuan memperlihatkan bahwa, pemberian silika cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang malai dan jumlah gabah per malai tanaman padi hitam. Panjang malai tertinggi yaitu pada perlakuan P3 yaitu pemberian pupuk silika cair 10 mL

(21,18 cm), sedangkan panjang malai terendah yaitu perlakuan kontrol (16,47 cm). Berdasarkan hasil penelitian Fallah (2012) menyatakan bahwa silika meningkatkan panjang malai tanaman padi dengan meningkatnya pupuk silika dan daun padi menjadi lebih tegak. Demikian pula menurut Malav *et al.* (2016)

panjang malai padi mengalami peningkatan dengan aplikasi silika.

Jumlah gabah permalai terbanyak ditunjukkan oleh perlakuan P3 yaitu sebanyak 185,25 butir, sedangkan jumlah gabah paling sedikit terdapat pada perlakuan P0 sebanyak 138,50 butir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sabatini *et al.* (2021) bahwa perlakuan nanosilika mampu meningkatkan jumlah

gabah per malai dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan jumlah gabah tersebut disebabkan oleh proses fotosintesis yang optimal. Hal ini juga sejalan dengan (Makarim *et al.*, 2007) penambahan silika dapat meningkatkan kegiatan fotosintesis yang diikuti dengan peningkatan hasil fotosintatnya dan akan terlihat pada organ penyimpanannya yaitu peningkatan jumlah gabah per malai pada tanaman padi

Bobot Gabah Basah (g) dan Bobot Gabah Kering per Rumpun (g)

Tabel 3. Respon pemberian silika cair terhadap bobot gabah basah dan bobot gabah kering.

Perlakuan Silika Cair	Gabah Basah (g)	Gabah Kering (g)
0 mL/L air	30,55	29,60
5 mL/L air	41,68	40,03
7,5 mL/L air	7,60	6,35
10 mL/L air	69,49	67,19
12,5 mL/L air	46,90	44,90

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa respon tanaman padi hitam terhadap pemberian silika cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot gabah basah dan bobot gabah kering. Namun demikian, berdasarkan tabel 3 bobot gabah basah tertinggi pada perlakuan pemberian pupuk silika cair 10 mL (P3) yaitu 69,49 g dan bobot gabah kering 67,19 g per rumpun. Menurut Rao *et al.* (2017) bahwa pemberian silika melalui daun dapat meningkatkan bobot 1.000 butir tanaman padi. Walaupun unsur silika tidak termasuk ke dalam unsur hara esensial bagi tanaman (Hayasaka *et al.*, 2008), tetapi silika memberikan efek menguntungkan bagi banyak tanaman (Ashtiani *et al.*, 2012), salah satunya adalah tanaman padi karena dapat meningkatkan bobot bulir basah maupun kering, selain itu juga padi merupakan tanaman akumulator silika, sehingga membutuhkan silika dalam jumlah yang cukup besar untuk mendukung pertumbuhannya, setidaknya padi mampu menyerap silika dalam kisaran 230 - 470 kg/ha (Rao *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk silika dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang malai dan jumlah gabah tiap malai sehingga pada akhirnya meningkatkan produksi gabah dibandingkan perlakuan tanpa pemberian pupuk silika cair. Perlakuan

pupuk silika 10 mL/L cenderung memberikan hasil yang lebih tinggi pada setiap item pengamatan dibandingkan perlakuan lainnya.

Daftar Pustaka

- Afdila, D., Eward, C., & Haitami, A. (2021). Karakter Tinggi Tanaman, Umur Panen, Jumlah Anakan, Dan Berat Panen Pada 12 Genotipe Padi Lokal Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Sains Agro*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.36355/jsa.v6i1.496>
- Amrullah, D. Sopandie, Sugianta, A. Junaedi. 2014. Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Melalui Pemberian Nano Silika. *Jurnal Pangan*. Vol 23 (1) : 17-32.
- Amrullah. 2015. Pengaruh Nano Silika Terhadap Pertumbuhan, Respons Morfologi Dan Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Ashtiani, F.A., J. Kadir, A. Nasehi, S.R.H. Rahaghi, H. Sajili. 2012. Effect of silicon on rice blast disease. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 35:1-12.
- Epstein, E. 2009. Silicon : Its manifold roles in plants. *J. Compilation Assoc. Appl. Biol.* 155:155-160.
- Falah A. 2012. Silicon effect on lodging parameters of rice plant under hydroponic culture. *Inter J Agri Sci.* 2(7):630-634.
- Ghanbari, A., Malidareh. 2011. Silicon application and nitrogen on yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) in two irrigation systems. *International J. Biol. Biomolec. Agric. Food Biotechnol. Engineering* 5:40-47.
- Go B. H. 1984. Pemupukan Tanaman Padi Gogo. Prasarana Raker. Padi Tanah Kering. Kaliurang.

- Hayasaka, T., H. Fujii, K. Ishiguro. 2008. The role of silicon in preventing appressorial penetration by the rice blast fungus. *Phytopathology* 98:1038-1044.
- Husnain. 2010. Ketersediaan Silika (Si) Pada Tanah Sawah dan Metode Penetapan Si Tersedia di Dalam Tanah serta Perbandingan Beberapa Metode Ekstraksinya. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Jamilah, J., Kurniawan, B., & Herman, W. (2017). Respon Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Kabir 07 Terhadap Pupuk Organik Cair Crocober Plus Khusus Kota Padang dengan Iklim Af. *Jurnal Solum*, 14(1), 18. <https://doi.org/10.25077/js.14.1.18-27.2017>
- Makarim, A. K., Suhartatik, E., Kartohardjono, A. 2007. 'Silikon: Hara Penting pada Sistem Produksi Padi', *Iptek Tanaman Pangan*, 2(2), pp. 195–204.
- Malav JK, Ramani VP. 2016. Yield and nutrient content of rice as influenced by silicon and nitrogen Application. *J Chemical and Envir Sci*. 4(4):46-49.
- Matsuo, Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., and Hirata H. 1995. *Science of Rice Plant*, Vol. 2, Physiology. Food and Agriculture Research Center, Tokyo.
- Prasetyo, T.B., Y. Syafrimen, Y. Edri. 2010. Pengaruh Pemberian Abu Batubara Sebagai Sumber Silika (Si) Bagi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Solum* 7:1-6.
- Rahmayuni, E., Anwar, S., Nugroho, B., & Indriyati, L. T. (2023). Chemical Characteristics of Exchangeable Al, Fe, Mn, and Inorganic P Fraction Ultisols at Forest, Dry Land and Rice Fields Land Use in Jasinga, Indonesia. *International Journal of Environmental Science and Development*, 14(4), 228–233. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2023.14.4.1438>
- Rao, G.B., P. Susmitha. 2017. Silicon uptake, transportation, and accumulation in rice. *J. Pharmacog. Phytochem*. 6:290-293.
- Sabitini, D.S., Budihastuti, R., Suedy, S.W.A. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Nanosilika terhadap Tinggi Tanaman dan Jumlah Anakan Padi Beras Merah (*Oryza sativa* L.var. *indica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Volume 2 Nomor 2 Agustus 2017: 128-133.
- Sabatini, D.S., Budihastuti, R., Suedy, S.W.A., Subagio, A. 2021. Produksi dan Kandungan Antisianin pada Padi Beras Merah setelah Pemberian Pupuk Nanosilika. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Vol. 6 (1).
- Sacala, E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. *J. Elementol*. 14:619-630.
- Wang, W., Z. Yu, W. Zhang, Q. Shao, Y. Zhang, Y. Luo, X. Jiao, J. Xu. 2014. Responses of rice yield. Irrigation water requirement and water use efficiency to climate change in China: Historical simulation and future projections. *Agric. Water Manag.* 146:249-261.
- Yohana, O. 2013. Pemberian bahan silika pada tanah sawah berkadar P total tinggi untuk memperbaiki ketersediaan P dan Si tanah, pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa* L.). *Agroekoteknologi* 1:1-9.
- Zulputra, Wawan, Nelvia. 2014. Respon padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap pemberian silikat dan pupuk fosfat pada tanah ultisol. *J. Agroteknologi* 4:1-10.