

## MANFAAT BIOSILIKA DARI KOMPOS JERAMI PADI TERHADAP PRODUKSI TANAMAN SORGUM

### Benefits of Rice Compost Biosilica on Sorghum Plant Production

John Bimasri<sup>1)</sup>, Holidi<sup>1)</sup>, Nely Murniati<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas

Email: [jbimasri1966@gmail.com](mailto:jbimasri1966@gmail.com)

Submit: 15 September 2020, Revised: 25 November 2020, Accepted: December 2020

#### ABSTRACT

Sorghum is a silica accumulator cereal plant which requires a lot of silica for its growth. Increasing the availability of silica in soil can be done by application of rice straw compost. This research aimed to evaluate the application of biosilica from rice straw compost on the growth and production of sorghum plants cultivated on dry land. The experiment was carried out in Air Satan village, Musi Rawas regency from June to September 2019, using a non-factorial randomized block design experiment with four replicates. The treatments were no biosilica added (B0), 50 kg Si ha<sup>-1</sup> (B1), 100 kg Si ha<sup>-1</sup> (B2), 150 kg Si ha<sup>-1</sup> (B3), 200 kg ha<sup>-1</sup> (B4), and 250 kg Si ha<sup>-1</sup> (B5). Samurai variety was used with a spacing planting of 25 cm x 60 cm and 1 m x 5 m plot and NPK fertilizer (15:15:15) added at a rate of 300 kg ha<sup>-1</sup>. The parameters observed were flowering age, plant height, number of leaves, production, weight of 1,000 seeds, and wet biomass. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and least significant different (LSD) test. The results showed that biosilica from rice straw compost significantly increased growth and production of the sorghum plants. Applying biosilica at 250 kg Si ha<sup>-1</sup> may increase sorghum production by 78%.

**Keywords:** *Biosilica; Compost, Rice Straw and Sorghum.*

#### ABSTRAK

Tanaman sorgum merupakan sereal yang tergolong akumulator silika, sehingga membutuhkan banyak silika dalam pertumbuhannya. Peningkatan ketersediaan silika dalam tanah dapat dilakukan dengan penambahan biosilika dari jerami padi yang diolah menjadi kompos. Penelitian bertujuan untuk menganalisis manfaat biosilika yang berasal dari kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum yang dibudidayakan pada lahan kering. Percobaan dilaksanakan di lahan kering Desa Air Satan Kabupaten Musi Rawas dari bulan Juni sampai September 2019, menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok non factorial yang diulang 4 kali. Biosilika yang dicobakan: B0 = tanpa biosilika, B1 = 50 kg Si ha<sup>-1</sup>, B2 = 100 kg Si ha<sup>-1</sup>, B3 = 150 kg Si ha<sup>-1</sup>, B4 = 200 kg ha<sup>-1</sup>, dan B5 = 250 kg Si ha<sup>-1</sup>. Sorgum varietas Samurai ditanam dengan jarak 25 cm x 60 cm pada petakan yang berukuran 1m x 5 m sebanyak 24 petakan dan diberi pupuk NPK (15:15:15) dengan dosis 300 kg ha<sup>-1</sup>, tanaman dipanen 110 hari setelah tanam. Peubah penelitian meliputi waktu berbunga (hst), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), produksi per ha (ton), bobot 1.000 biji (g), dan bobot biomas basah (kg). Data

dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf uji 1% dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa biosilika dari kompos jerami padi sangat nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum. Pemberian biosilika pada tanaman sorgum di lahan kering sebanyak 250 kg ha<sup>-1</sup> meningkatkan produksi sebesar 78%.

**Kata Kunci:** *Biosilika, Jerami Padi, Kompos, dan Sorgum.*

## PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan sereal yang tergolong tanaman C4 dengan kebutuhan air rendah, sehingga banyak dibudidayakan di wilayah tropis maupun subtropis (Rekik et al., 2017; Taylor, 2019; Zhao et al., 2020). Tanaman sorgum memiliki karakteristik pertumbuhan yang cepat, potensi biomass tinggi, serta mampu beradaptasi pada lingkungan yang ekstrim (Sathya et al., 2016), sehingga budidaya dapat dilakukan pada musim kemarau (Prazak, 2016). Penggunaan air oleh tanaman sorgum lebih efisien dibandingkan tanaman C4 lainnya, sehingga tahan terhadap kekeringan dan suhu tinggi (Amaducci et al., 2016).

Tanaman sorgum merupakan salah satu alternatif dalam mendukung ketahanan pangan (Guntoro et al., 2018; Samarappuli & Berti, 2018), karena mengandung karbohidrat 80,42%, protein 10,11%, lemak 3,65%, dan serat 2,74% (Suarni, 2016). Sorgum dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan ternak, serat, dan bahan bakar. Peningkatan konsumsi sorgum dilakukan melalui diversifikasi produk olahan sorgum (Rao, 2019; Głab et al., 2019), karena mengurangi diabetes dan penyakit kardiovaskular. Peningkatan kebutuhan pangan menyebabkan sorgum menjadi sumber pangan alternatif (Pradana et al., 2015; Zhou et al., 2019).

Indonesia memiliki potensi besar sebagai penghasil sorgum, sehingga peningkatan produksi sorgum perlu dilakukan (Direktorat Budidaya Serealia, 2013). Produksi sorgum nasional masih rendah yaitu 2,68 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan potensi produksi tanaman sorgum antara 5 sampai 7 ton ha<sup>-1</sup>, sehingga perlu upaya peningkatan produksi (Irawan dan Sutrisna, 2011). Sorgum cocok dibudidayakan pada wilayah dengan suhu 23° sampai 27°C,

kelembapan 75% sampai 85%, curah hujan 400 sampai 900 mm tahun<sup>-1</sup>, C-organik lebih dari 0,4%, pH 5,5 sampai 8,2, dan kejenuhan basa lebih dari 50% (Ishak et al., 2012). Muis et al., (2018), menyatakan bahwa tanaman sorgum yang dipupuk dengan 300 kg ha<sup>-1</sup> NPK dan 10 ton ha<sup>-1</sup> kotoran sapi, produksinya meningkat mencapai 2,79 ton ha<sup>-1</sup> (Muis et al. 2018).

Tanaman sorgum merupakan tanaman gramineae yang termasuk akumulator silika, karena menyerap banyak silika selama pertumbuhannya. Penyerapan silika dalam jumlah yang banyak oleh tanaman, menyebabkan ketersediaan silika menurun (Bimasri et al., 2018). Silika berperan meningkatkan fotosintesis dan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik (Balai Penelitian Tanah, 2011), tetapi ketersediaan silika dalam tanah cenderung berkurang (Bimasri et al. 2017; Schad et al., 2019). Ketersediaan silika dalam tanah mampu menekan ketersediaan unsur Mn, Fe dan Al yang bersifat racun pada tanaman (Dubey, 2014). Pemberian silika pada tanaman biji-bijian mengurangi penyerapan As (Seyfferth and Fendorf, 2012). Silika mampu mengurangi kehilangan air sehingga tanaman tahan terhadap kekeringan, dan berperan mengikat hara lain sehingga tidak tercuci (Sommer et al., 2006; Afolabi et al., 2018; Kawaguchi, 2020). Dijelaskan oleh Suriadikarta (2010), bahwa tanaman yang kekurangan silika daunnya menjadi lemah, sehingga mudah rebah, mudah terserang hama dan penyakit. Selanjutnya dijelaskan pula oleh Husnain et al., (2011), bahwa penambahan silika sebanyak 160 kg ha<sup>-1</sup> sampai 200 kg ha<sup>-1</sup> dapat menaikkan produksi tanaman.

Berdasarkan kondisi diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang peranan biosilika yang berasal dari bahan yang banyak mengandung silika, yaitu biomassa jerami padi terhadap pertumbuhan dan

produksi tanaman sorgum yang ditanam di lahan kering.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Air Satan Kecamatan Muara Beliti Kabupaten Musi Rawas Propinsi Sumatera Selatan Indonesia, dari bulan Juni sampai September 2019. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial yang diulang 4 kali. Tanah dan kompos jerami padi dianalisa secara laboratorium meliputi pH ( $H_2O$  1:1) menggunakan pH meter dengan pereaksi air, N total (%) menggunakan metode Kjeldahl, P-tersedia ( $mg\ kg^{-1}$ ) menggunakan metode Bray, K-dd ( $cmol\ kg^{-1}$ ) menggunakan metode Kalorimetri, Al-dd ( $cmol\ kg^{-1}$ ) menggunakan metode Titrasi, C-organik (%) menggunakan metode Walkley and Black, Silika total (%) menggunakan metode Ekstraksi dengan pengekstrak  $HNO_3-HClO_4$ , silika terlarut ( $mg\ kg^{-1}$ ) menggunakan metode Ekstraksi dengan pengekstrak Acetic Acid, P-total (%) menggunakan metode Ekstraksi  $HNO_3$ , dan tekstur (pasir, debu dan liat) menggunakan metode Hidrometer dengan pendispersi Natrium Porofosfat 4%.

Jumlah biosilika dari kompos jerami padi yang dicobakan (B) yaitu: B0 = tanpa biosilika, B1 = 50 kg Si  $ha^{-1}$ , B2 = 100 kg Si  $ha^{-1}$ , B3 = 150 kg Si  $ha^{-1}$ , B4 = 200 kg

$ha^{-1}$ , dan B5 = 250 kg Si  $ha^{-1}$ . Penanaman sorgum varietas Samurai menggunakan jarak 25cm x 60 cm di petakan 1m x 5m yang berjumlah 24 petakan. Selain biosilika, tanaman sorgum di beri pupuk NPK dengan dosis 300 kg NPK  $ha^{-1}$  (45 kg N  $ha^{-1}$ , 45 kg P  $ha^{-1}$ , dan 45 kg K  $ha^{-1}$ ), dan dipanen saat berumur 110 hari setelah tanam. Peubah penelitian terdiri: umur berbunga (hst), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), produksi per ha (ton), bobot 1.000 biji (g), dan bobot biomas basah (kg). Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) pada taraf uji 1%, dan uji beda nyata jujur (BNJ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan yang digunakan sebagai lokasi penelitian memiliki pH asam, kandungan N total dan P tersedia sangat rendah, K-dd, Al-dd dan C organik rendah. Tekstur tanah lempung berpasir dengan kandungan pasir 73,38%, debu 9,24%, dan liat 17,38%, serta memiliki kadar silika terlarut yang sangat rendah yaitu 2,4  $mg\ kg^{-1}$  (Tabel 1).

Kompos jerami padi yang digunakan sebagai sumber biosilika, memiliki pH tinggi (alkali), C organik sangat tinggi, tetapi N dan P total rendah serta mengandung silika total sebanyak 4,01% (Tabel 2).

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Tanah.

Komponen	Satuan	Nilai	Kriteria
pH ( $H_2O$ 1:1)	-	4,85	Asam
N total	%	0,07	Sangat rendah
P-tersedia	$mg\ kg^{-1}$	3,90	Sangat rendah
K-dd	$cmol\ kg^{-1}$	0,19	Rendah
Al-dd	$cmol\ kg^{-1}$	2,80	Rendah
C organik	%	1,99	Rendah
Silika terlarut	$mg\ kg$	2,4	Sangat rendah
Pasir	%	73,38	-
Debu	%	9,24	-
Liat	%	17,38	-
Tekstur	-	-	Lempung berpasir

Tabel 2. Komposisi Kimia Kompos Jerami Padi

Komponen	Satuan	Nilai	Kriteria
pH (H <sub>2</sub> O 1:1)	-	9,30	Alkali
C organik	%	12,40	Sangat tinggi
N total	%	1,40	Rendah
C/N	-	9	Rendah
P total	%	4,14	Rendah
Silika total	%	4,01	-

Tabel 3. Pertumbuhan Tanaman Sorgum

Perlakuan	Umur berbunga (hst)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Bobot biomas basah (kg)
B0	57,45 c	147,61	12,40	0,39 b
B1	59,10 bc	152,34	12,53	0,40 ab
B2	59,24 bc	153,80	12,75	0,43 ab
B3	59,28 bc	154,75	12,81	0,45 ab
B4	60,38 ab	155,44	12,90	0,48 ab
B5	61,69 a	155,90	12,91	0,51 a

Tabel 4. Produksi Tanaman Sorgum

Perlakuan	Produksi per hektar (ton)	Bobot 1.000 biji (g)
B0	2,79 d	42,96 d
B1	3,86 c	54,10 c
B2	4,24 bc	55,23 ab
B3	4,65 ab	56,00 ab
B4	4,91 a	58,34 a
B5	4,96 a	0,51 a

Tanaman sorgum yang diberi biosilika dari kompos jerami padi sebanyak 250 kg ha<sup>-1</sup> (B5) menunjukkan pertumbuhan dan produksi yang paling baik, sedangkan yang terendah pada tanaman yang tidak diberi silika (B0). Pertumbuhan tanaman sorgum yang diberi silika menunjukkan pengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan terhadap waktu umur berbunga dan bobot biomass basah berpengaruh sangat nyata. Tanaman sorgum yang tidak diberi silika lebih cepat memasuki masa berbunga, yaitu rata-rata 57,45 hari. Tanaman yang diberi silika sebanyak 250 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan tanaman yang tertinggi (155,90 cm), jumlah daun terbanyak (12,91 helai), dan bobot biomass yang terberat yaitu rata-rata 0,51 kg (Tabel 3).

Produksi tanaman sorgum yang

diberi biosilika dari kompos jerami padi sebanyak 250 kg Si ha<sup>-1</sup> (B5) sebanyak 4,96 ton ha<sup>-1</sup>, dengan bobot 1.000 biji seberat 58,60 g, yang berbeda sangat nyata dengan B0, B1, dan B2, tetapi berbeda tidak nyata dengan B3 dan B4. Tanaman sorgum yang tidak diberi biosilika (B0) menghasilkan produksi yang terendah (Tabel 4).

Pemberian biosilika yang berasal dari kompos jerami padi meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum lebih baik, dan berpengaruh sangat nyata dibandingkan dengan tanaman tanpa pemberian biosilika dari kompos jerami padi. Kompos jerami padi yang diberikan meningkatnya kadar silika, kandungan C organik dan P tanah, karena kompos jerami padi memiliki kadar C organik, pH dan silika total yang tinggi. Bahan organik

berupa kompos jerami padi yang diberikan ke tanah mampu mempengaruhi kondisi fisik, kimia, serta biologi tanah, sehingga kesuburan tanah meningkat.

Kompos jerami padi mampu memperbaiki struktur tanah berpasir menjadi lebih kompak (Sarker *et al.*, 2018), karena meningkatnya senyawa polisakarida, miselium dan hifa yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai yang berperan sebagai perekat agregat tanah. Penambahan kompos menyebabkan warna tanah menjadi bertambah gelap (Nelvia, 2018), sehingga penyerapan enersi sinar matahari menjadi lebih besar. Keberadaan kompos di dalam tanah juga mampu meningkatkan ketersediaan air dalam tanah, sebab kompos mempunyai kemampuan dalam menahan air yang besar. Kompos jerami padi mampu meningkatkan pH pada tanah yang masam (Wahyudi, 2018), karena memiliki nilai pH yang tinggi. Peningkatan pH tanah menyebabkan meningkatnya kesuburan tanah (He *et al.*, 2018), dan menekan ketersediaan unsur Fe, Al, Mn dalam tanah yang bersifat racun bagi tanaman (Yanai *et al.*, 2016). Pemberian kompos jerami padi mampu meningkatkan jumlah dan perkembangan mikroorganisme dalam tanah (Fuadi *et al.*, 2016). Aktivitas mikroorganisme dalam tanah memacu dekomposisi lanjut dari bahan organik (Wihardjaka dan Setyanto, 2008), dan meningkatkan proses amonifikasi, nitrifikasi, fiksasi nitrogen, serta menghasilkan berbagai jenis hormon yang mampu memacu pertumbuhan dan perkembangan akar dalam tanah.

Kompos jerami padi merupakan sumber biosilika yang sangat baik bagi tanaman (Marxen *et al.*, 2016), karena jerami padi mengandung silika antara 1,7 sampai 8,4% (Tsujiimoto *et al.*, 2014). Pemberian biosilika meningkatkan konsentrasi silika dalam tanah yang mampu memenuhi kebutuhan silika tanaman sorgum. Silika di dalam tanah mampu berperan sebagai amandemen tanah dan mengoptimalkan kesuburan tanah serta nutrisi tanaman (Thilagan *et al.*, 2014), dan memberikan

pengaruh terhadap sifat kimia tanah (Yohana *et al.*, 2013).

Tanaman sorgum yang diberikan biosilika dari jerami sekam padi sebanyak 250 kg ha<sup>-1</sup> (B5) mampu menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat biomas yang tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa, pemberian silika mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sorgum di lahan kering. Peningkatan pertumbuhan tanaman sorgum terjadi, karena dengan pemberian biosilika ke dalam tanah meningkatkan kersediaan silika dalam tanah. Peningkatan ketersediaan silika dalam tanah menyebabkan penyerapan unsur nitrogen, posfor, dan kalium oleh tanaman dari dalam tanah meningkat (Akter dan Shirin, 2012). Pemberian silika meningkatkan pH tanah dan mengurangi aktifitas logam yang menyebabkan pH rendah dan beracun pada tanaman seperti Al, Fe, dan Mn. (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Ketersediaan silika di dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan posfor, karena terjadi peningkatan asam monosilikat yang mengubah fosfor terjerap menjadi posfor tersedia (Chairunnisa *et al.*, 2013).

Pemberian biosilika pada tanaman sorgum meningkatkan jumlah dan kualitas produksi yang sangat signifikan. Pemberian biosilika (B5), menghasilkan produksi yang tertinggi dan bobot 1.000 biji yang terberat. Pemberian biosilika pada tanaman sorgum yang ditanam pada lahan kering mampu meningkatkan produksi biji sorgum antara 32% sampai 78%. Menurut Yasari *et al.* (2012), bahwa pemberian silika meningkatkan pertumbuhan dan produksi, karena silika di dalam tanah mempengaruhi penyerapan unsur nitrogen, posfor, dan kalium bagi tanaman (Akter dan Shirin, 2012). Silika menghasilkan daun lebih keras dan tegak (Hosseini *et al.*, 2012), sehingga efektif menerima sinar matahari untuk fotosintesis (Yasari *et al.*, 2012) yang menyebabkan produksi menjadi meningkat. Tanaman yang mendapatkan pasokan silika yang cukup memiliki dinding sel lebih keras, sehingga resisten dari hama maupun

penyakit yang menyerang (Badan Penelitian Tanah, 2011) dan lebih tahan terhadap kondisi yang kekurangan air (Djajadi, 2013).

## KESIMPULAN

Biosilika dari kompos jerami padi berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum.

Tanaman sorgum yang ditanam di lahan kering dan diberi biosilika dari kompos jerami padi sebanyak 250 kg Si ha<sup>-1</sup>, produksinya meningkat mencapai 78%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, R. O., Orodu, O. D., & Seteyeobot, I. (2018). Predictive modelling of the impact of silica nanoparticles on fluid loss of water based drilling mud. *Applied Clay Science*, 151, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.09.040>
- Akter dan Shirin. 2012. Effect of silikon application levels on rice growth and yield parameters under ambient and elevated temperature in greenhouse condition. Digital Repository at BAU. Bangladesh Agricultural University, Mymensingh. Fakultas of Agriculture. Departement of Environmental Science. Bangladesh.
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Battini, F., Fracasso, and Perego, A. 2016. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the production of biogas from maize and sorghum in water limited environment. *Europ. J. Agron.* 76:54-56.
- Balai Penelitian Tanah. 2011. Sumber silika untuk pertanian. *Warta Penelitian dan Pengetahuan Pertanian*. Bogor. 33(3).
- Bimasri, J., Budianta, D., Marsi, and Harun, U. 2017. The effect of the origin land and water resources on the fertility of land rice field in Musi Rawas Regency, South Sumatera Province Indonesia. *Journal Ekology Environment and Corservation*, 23(4):2005-2011.
- Bimasri, J., Budianta, D., Marsi, and Harun, U. 2018. Bioavailability of silica on paddy soils with various lan aging in Musi Rawas South Sumatera of Indonesia. the 1<sup>st</sup> Siwijaya International Conference on Environmental Issues (1<sup>st</sup> Sricoenv 2018). Proceeding Graduate School of Universitas Sriwijaya 26-27 September 2018, Horizon Ultima Hotel, Palembang Indonesia.
- Chairunnisa, C., Hanun, H., dan Mukhlis. 2013. Peran beberapa bahan silikat dan pupuk fosfat (P) dalam memperbaiki sifat kimia tanah andisol dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3):732-743.
- Direktorat Budidaya Serealia. 2013. Laporan tahunan direktorat budidaya serealia. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Direktorat Budidaya Serealia. Jakarta, 161p.
- Djajadi. 2013. Silika (Si) Unsur hara penting dan menguntungkan bagi tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Perspektif*. 12(1):47-55.
- Dubey, A.K. 2014. The role of silicon in suppressing rice diseases. *Asian Journal of Multidiplinary Studies*. 2(10):172-176.
- Fuadi, J., Kesumawati, E., dan Hayati, E. 2016. Pengaruh dosis kompos limbah bubuk kopi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 3(1):211-219.
- Glab, L., Sowiński, J., Chmielewska, J., Prask, H., Fugol, M., & Szlachta, J. (2019). Comparison of the energy efficiency of methane and ethanol production from sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) with a variety of feedstock management technologies. *Biomass and Bioenergy*, 129, 105332.

- GUNTORO, A. Y., ISLAMI, T., AND SUMINARTI, N. E. 2018. THE EFFECT OF DOSAGE AND RESOURCE OF ORGANIC MATTER ON PLANT GROWTH AND YIELD SORGHUM (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH) VARIETIES KG4. JURNAL PRODUKSI TANAMAN, 6(9):2015-2021.
- He, L., Fan, L. H., Muller, K., Wang, H., Che, L., Xy, S., Song, Z. L., Yuan, G., Rinklebe, J., Daniel, Tsang, C. W., Sikok, Y., and Bolan, N. S. 2018. Comparative analysis biochar and compost-induced degradation of di-(2-ethylhexyl) phthalate in soil. *Science of the Total Environment*, 625:987-993.
- Hosseini, S. Z., Jelodar, N. B., and Bagheri, N. 2012. Study of silicon effects on plant growth and resistance to stem borer in rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 43(21):2744-2751.
- Husnain, S., Rochayati. dan Adam, I. 2011. Pengelolaan hara silika pada tanah pertanian di Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Irawan, B., dan Sutrisna, N. 2011. Prospect of sorghum development in West Java to support food diversification. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(2):99-113.
- Ishak, M., Sudirja, R., dan Ismail, A. 2012. Zonasi kesesuaian lahan untuk pengembangan tanaman sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) di Kabupaten Sumedang berdasar analisis geologi, penggunaan lahan, iklim dan topografi. *Bionatura-Jurnal Ilmu Ilmu Hayati dan Fisik*, 14(3): 173-183.
- Kawaguchi, M. (2020). Stability and rheological properties of silica suspensions in water-immiscible liquids. *Advances in Colloid and Interface Science*, 278, 102139.
- MARXEN, A., KLOTZBÜCHER, T., JAHN, R., KAISER, K., NGUYEN, V. S., SCHMIDT, A., SCHÄDLER, M., AND VETTERLEIN, D. 2016. INTERACTION BETWEEN SILICON CYCLING AND STRAW DECOMPOSITION IN A SILICON DEFICIENT RICE PRODUCTION SYSTEM. *PANT AND SOIL*. 398(1):153-163.
- Muis, A., Sulistyawati, dan Arifin, A. Z. 2018. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 2(2):23-30.
- Nelvia, N. 2018. Sifat fisika tanah perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) setelah diaplikasi tandan kosong kelapa sawit dan limbah cair pabrik kelapa sawit. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 34(1):27-34.
- Pradana, G. B. S., Islami, T., and Suminarti, N. E. 2015. Study of combination of phosphorus and potassium fertilizer on growth and yield on two varieties of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(6):464-471.
- Prażak, R. 2016. Prospects for sorghum cultivation in Poland. *Acta Agrobot*, 69(2):16-61
- Rao, B. D. 2019. Sorghum value chain for food and fodder security. breeding sorghum for diverse and uses. Woodhead publishing Series and food Science, Technology and Nutrition. 409-429 p.
- Rekik, I., Chaabane, Z., Missaoui, A., Bouket, A. C., Luptakova, L., Elleuch, A., & Belbahri, L. (2017). Effects of untreated and treated wastewater at the morphological, physiological and biochemical levels on seed germination and development of sorghum (



- Sorghum bicolor (L.) Moench), alfalfa (Medicago sativa L.) and fescue (Festuca arundinacea Schreb.). *Journal of Hazardous Materials*, 326, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.12.033>
- Sarker, T. C., Incerti, G., Spaccini, R., Piccolo, A., Mazzoleni, S., and Bonanomi, G. 2018. Linking organic matter chemistry with soil aggregate stability; Insight from <sup>13</sup>CNMR spectroscopy. *Soil Biology and Biochemistry*, 117:175-184.
- Sathya, A., Kanaganahalli, V., Rao, P. S., Gopalakrishnan, S. 2016. Cultivation of sweet sorghum on heavy metal-contaminated soils by phytoremediation approach for production of bioethanol. *Bioremediation and Bioeconomy*, 271-292 p.
- Samarappuli, D., & Berti, M. T. (2018). Intercropping forage sorghum with maize is a promising alternative to maize silage for biogas production. *Journal of Cleaner Production*, 194, 515–524. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.083>
- Schad, M., Konhauser, K. O., Sánchez-Baracaldo, P., Kappler, A., & Bryce, C. (2019). How did the evolution of oxygenic photosynthesis influence the temporal and spatial development of the microbial iron cycle on ancient Earth? *Free Radical Biology and Medicine*, 140, 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.07.014>
- Seyfferth, A, and Fendorf, S. 2012. Silicate mineral impacts on the uptake and storage of arsenic and plant nutrients in rice (*Oryza sativa* L.). *Environ. Science Technology*. 46(24):13176-13183.
- Sommer, M, Kaczorek, D., Kuzyakov, Y., and Breuer, J. 2006. Silicon pools and fluxes in soils and landscapes. *Journal of Plant Nutrition. Soil Science*. 169:310-329.
- Suarni. 2016. Role of sorghum physicochemical properties in food diversification and industry and its development prospect. *Jurnal Litbang Pertanian*, 35(3):99-110.
- Suryadikarta, D.A. 2010. Uji efektivitas pupuk silikat di rumah kaca. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Taylor, J. R. N. 2019. Sorghum and millets: taxonomy, history, distribution, and production. *Sorghum and Millets* (Second edition). Chemistry, Technology and Nutritional Attributes, 1-21 p
- Thilagan, K., Mohanty, S., Shahid, M., Tripathi, T., Nayak, A. K., dan Kumar, A. 2014. Role of silikon as beneficial nutrient for rice crop. *Popular Kheti*. 2(1):105-107.
- Tsujimoto, Y., Muranaka, S., Saito, K., and Asai, H. 2014. Limited Si-nutrient status of rice plants in relation to plant-available Si of soils, nitrogen Fertilizer application, and rice-growing environment across sub-saharan Africa. *Science Direct. Field Crops Research*, 155:1-9.
- Wahyudi, I. 2018. Detoksifikasi aluminium dan perubahan serapan posfor tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) akibat pemberian kompos jerami padi pada oxic dystrodepts bobo. *Jurnal Crop Agro*, 5(1):14-19.
- Wihardjaka, A. dan Setyanto. 2008. Emisi dan mitigasi gas rumah kaca dari lahan sawah irigasi dan tadah Hujan. Buku. *Pengelolaan Lingkungan Pertanian Menuju Mekanisme Pembangunan Bersih*. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Pati.
- Yanai, J., Taniguchi, H., and Nakao, A. 2016. Evaluation of available silicon and its determining factors of agricultural soils



- in Japan. *Journal Soil Science and Plant Nutrition*. 62:511-518.
- Yasari, E., Yazdpoor, H., Kolhar, H. P., and Mobasser, H. R. 2012. Effects of plant and the application of silica on seed yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Biology*. 4(4).
- Yohana, O, Hanum, H., dan Supriadi. 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.). *Jurnal Agroekoteknologi*. 1(4):1.444-1452.
- Yukamgo, E., dan Yuwono, N W. 2007. Peranan silikon sebagai unsur hara bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(2):103-116.
- Zhao, G., Kuang, G., Wang, Y., Yao, Y., Zhang, J., & Pan, Z.-H. (2020). Effect of steam explosion on physicochemical properties and fermentation characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *LWT*, 129, 109579. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109579>
- Zhou, M., Malhan, N., Ahkami, A. H., Engbrecht, K., Myers, G., Dahlberg, J., Hollingsworth, J., Sievert, J. A., Hutmacher, R., Madera, M., Lemaux, P. G., Hixson, K. K., Jansson, C., & Paša-Tolić, L. (2019). Top-down mass spectrometry of histone modifications in sorghum reveals potential epigenetic markers for drought acclimation. *Methods*, S1046202319301859. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2019.10.007>