

## DARI PADI UNTUK PADI (Pupuk Biosilika dari Limbah Sekam Padi untuk Pertumbuhan Padi)

Nurhajawarsi<sup>1\*</sup>, Wahyu Elmiany<sup>1</sup>, Sherly Towolioe<sup>1</sup>, Asma Ainuddin<sup>2</sup>, Astuty<sup>2</sup>, Ida Ayu Suci<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Listrik dan Instalasi, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan

<sup>3</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Sains dan Teknologi, Universitas Panca Bhakti, Pontianak

Email: nurhajawarsi@akom-bantaeng.ac.id\*, wahyuelmiany@gmail.com, towolioesherly@gmail.com, asmaainuddin11@gmail.com, astutymahyuddin@akom-bantaeng.ac.id, idaayusuci@upb.ac.id

### Abstract

Gramineae plants are accumulators of silica that require this compound to grow, develop and produce products. However, every year the silica content of the soil decreases because silica does not have a cycle. Farmers have not used much silica fertilizer because they are not yet aware of the role of silica fertilizer and the price of silica fertilizer is relatively expensive. It is necessary to develop a more economical method of making silica fertilizer by finding cheap or even free raw materials. One source that contains a lot of silica in nature is rice husk. In this study, silica extraction was carried out using the sol gel method and characterized by X-Ray Fluorescence (XRF) and analysis of water content to achieve the Persyaratan Teknis Minimum (PTM) quality. The results of the XRF analysis showed that the addition of biosilica fertilizer to the soil increased the silica content to 65.36% (F1); 69.33% (F2), and 69.52% (F3) and the results of the water content analysis for silica fertilizer averaged 4.67%. The results of these analyses have met PTM Number 209/Kpts/SR.320/3/2018. The effect of giving biosilica fertilizer can also be seen in the growth of rice stem length which can be seen from the second day of planting rice seedlings. Until the 18th day, the difference in the length of rice stems given rice husk biosilica fertilizer (F1) which is 74 cm with no fertilizer (F0) which is 53.3 cm has a very significant difference of 20.1 cm.

**Keywords:** Biosilica, fertilizer, gramineae, rice husk, sol gel method

### PENDAHULUAN

Meskipun silika bukan unsur esensial bagi tanaman, tetapi silika tetap merupakan unsur yang sangat penting bagi tanaman *gramineae* (padi, tebu, bambu, gandum, jagung, dll). Hal ini disebabkan karena tanaman *gramineae* merupakan pengumpul/akumulator unsur silika dimana unsur tersebut sangat dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembang serta menghasilkan produk (bunga ataupun buah). Namun, setiap tahunnya kandungan silika tanah semakin berkurang karena silika tidak memiliki siklus. Penurunan kadar silika pada tanah beriklim tropis mencapai 54,2 kg/ha setiap tahunnya yang dapat mempengaruhi jumlah produksi beras dan tanaman *gramineae* lainnya. Oleh sebab itu, untuk tanaman *graminea* perlu diberikan tambahan nutrisi unsur Si yang dapat menunjang kecukupan Si (Rosmiyani *et al.*, 2023) (Husnain *et al.*, 2012).

Amin *et al.*, (2019) menyatakan pemberian pupuk silika (PS) pada tanaman padi di Kecamatan Ciampea, Bogor memberikan hasil produksi rata-rata padi meningkat menjadi 44,19 gram per pot atau setara 7,07 ton per hektar. Bila dibandingkan dengan tanaman kontrol yang dapat memproduksi rata-rata 36,36 gram per pot atau setara 6,13 ton per hektar. Beberapa penelitian terkait membuktikan bahwa pemberian tambahan PS selain dapat meningkatkan produksi tanaman, unsur Si juga dapat memperkuat batang, memperbanyak volume, perlindungan hama dan serangan penyakit. Sayangnya, para petani terutama petani tanaman *gramineae* masih belum banyak yang menyadari peranan pupuk silika. Di samping itu, harga pupuk silika tergolong mahal jika dibandingkan pupuk yang lebih familiar di kalangan petani seperti pupuk NPK dan pupuk Urea. Sehingga perlu dikembangkan metode pembuatan pupuk silika yang lebih ekonomis yaitu dengan mencari raw material yang murah bahkan gratis (Amrullah *et al.*, 2014) (Husnain, 2010).

$$\%Kadar\ air = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$$

Salah satu sumber yang banyak mengandung silika di alam adalah sekam padi. Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang paling banyak dihasilkan di negara agraris seperti Indonesia. Produksi padi pada tahun 2019 di Indonesia sebesar 54,60 juta ton-Gabah Kering Giling (GKG). Sekitar 23% dari berat gabah yang dihasilkan merupakan sekam padi. Sekam padi merupakan limbah hasil penanaman padi yang bersifat keras, kasar, tahan cuaca serta berkadar gizi rendah, dan tidak bernilai secara ekonomis (Rohaeti, 1992) (Rohaeti *et al.*, 2010). Sekam padi terdiri atas 40% selulosa, 30% lignin dan 20% silikon dioksida/silika. Sedangkan kandungan kimia dari abu sekam padi yang terbanyak adalah silika yaitu sebesar 94,50% (Putra, 2013) (Handayani, 2014) (Handayani *et al.*, 2015) (Larichev *et al.*, 2015).

Tingginya kandungan silika pada abu sekam padi menjadikan limbah biomassa ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk biosilika (biofertilizer) yang dalam penelitian ini akan dikarakterisasi dengan XRF serta diujicobakan pada benih tanaman padi untuk melihat bagaimana efek pemberian pupuk biosilika pada pertumbuhan panjang tanaman padi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Prodi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng dengan 3 tahapan penelitian yaitu: A. Pembuatan pupuk biosilika dari sekam padi; B. Karakterisasi dengan XRF dan Analisis Kadar Air; dan C. Pemberian pupuk biosilika dan observasi panjang tanaman padi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tanur, XRF, press pellet, oven, dan *glassware*. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain: sekam padi, HCl, NaOH, standar silika, dan benih tanaman padi.

### A. Pembuatan pupuk biosilika dari sekam padi

Sekam padi diperoleh dari petani lokal di Kabupaten Bantaeng yang kemudian dipisahkan dari pengotor lalu dibakar hingga menjadi arang. Arang direndam dengan HCl 6M dan didekantasi. Setelah dicuci dengan akuades hingga netral, arang dipanaskan hingga bebas asap. Ekstraksi silika dari sekam padi dilakukan dengan metode sol gel. Arang yang telah dinetralkan kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 750°C selama 4 jam. Abu sekam padi lalu ditambahkan dengan larutan NaOH dan dipanaskan hingga mencapai setengah volume. Setelah campuran disaring, filtrat ditambahkan HCl hingga terbentuk gel. Silika gel selanjutnya dicuci dengan akuades hingga netral dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 4 jam.

### B. Karakterisasi dengan XRF dan Analisis Kadar Air

Kadar air dianalisis dengan menimbang dengan teliti 1 gram sampel pupuk biosilika dan dimasukkan dalam wadah cawan aluminium yang telah diketahui bobot konstannya. Pemanasan sampel dalam oven dilakukan selama 1 jam dengan suhu 105°C dan diulangi sampai diperoleh bobot konstan. Sampel yang telah dingin selanjutnya ditimbang dan kadar air dihitung dengan rumus:

#### Persamaan 1

Keterangan:

$W_2$  = Berat bobot cawan + sampel setelah pengeringan (g)

$W_1$  = Berat bobot cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

$W$  = Berat bobot cawan kosong (g)

Analisis kandungan  $\text{SiO}_2$  dilakukan dengan instrumen XRF. Sampel dipreparasi dengan press pellet dan selanjutnya sampel diletakkan dalam *holder*, memastikan bagian bawah *holder* tertutupi seluruhnya oleh sampel karena bagian inilah yang akan di tembak oleh sinar-X. Metode yang digunakan adalah *smart oxides* sebab yang ingin dianalisis adalah kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dalam sampel. Setelah sampel siap pada *holder*, *lid* ditutup dan XRF dihidupkan. Dalam analisis menggunakan XRF, ada 4 sampel yang dianalisis yaitu F1, F2, F3, dan standar silika. F1 merupakan campuran media tanah yang ditambahkan pupuk biosilika sebanyak 1,5%; F2

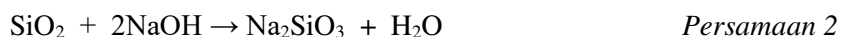
merupakan campuran media tanah yang ditambahkan pupuk biosilika sebanyak 7,5%; dan F3 merupakan campuran media tanah yang ditambahkan pupuk biosilika sebanyak 15%.

### C. Pemberian pupuk biosilika dan observasi panjang tanaman padi.

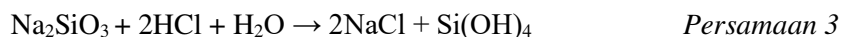
Media tanah tempat penyiemaian merupakan tanah yang diambil dari persawahan dan telah dihomogenkan dengan pupuk biosilika sesuai dengan formula F1, F2, dan F3. Dalam percobaan ini juga digunakan F0 yaitu media tanah tanpa penambahan pupuk biosilika sebagai kontrol. Jumlah, jenis, dan ukuran benih padi untuk semua perlakuan adalah sama. Media tanam yang telah dipreparasi selanjutnya ditempatkan pada wadah dan proses penyiemaian benih padi dilakukan. Pengamatan dan pengukuran pertumbuhan batang dilaksanakan setiap 3 hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, biosilika dihasilkan melalui ekstraksi silika pada sekam padi menggunakan metode sol gel. Pencucian abu sekam padi dengan HCl dilakukan untuk melarutkan material-material organik dan mengurangi bahan asing berupa oksida-oksida logam seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , dan  $\text{CaO}$  (Kalaphaty *et al.*, 2000) (Putra, 2007). Natrium hidroksida yang ditambahkan secara stoikiometri bereaksi dengan silika yang ada pada abu sekam padi menghasilkan natrium silikat seperti ditunjukkan pada Persamaan 2



Natrium silikat selanjutnya bereaksi dengan larutan HCl 3M menghasilkan alkogel yang akan mengalami sinerisis bila didiamkan dan berubah menjadi hidrogel seperti ditunjukkan pada Persamaan 3. Hidrogel yang telah dinetralkan dan dikeringkan pada akhirnya akan membentuk xerogel berupa padatan putih. Penambahan HCl menyebabkan terjadinya protonasi gugus  $\text{Si-O}^-$  menjadi  $\text{Si-OH}$ . Gugus silanol diserang oleh gugus siloksi dengan bantuan katalis asam untuk membentuk ikatan siloksan ( $\text{Si-O-Si}$ ). Proses ini terjadi cepat dan terus menerus membentuk jaringan silika amorf (Nurhajawarsi *et al.*, 2018) (Radi *et al.*, 2014) (Azhari dan Aziz, 2016) (Muslim *et al.*, 2017).x



**Gambar 1** Biosilika sekam padi

Setelah diperoleh biosilika yang diperuntukkan menjadi pupuk (*fertilizer*), maka kandungan silika dan mutu nya dianalisis. Peredaran dan penggunaan pupuk harus mendapatkan pengawasan ketat sehingga terjamin mutu dan efektivitasnya. Hal ini tertuang dalam UU No. 12 tahun 1992 tentang budidaya tanaman dan UU No. 8 1999 tentang perlindungan konsumen. Pupuk yang diproduksi/diimpor dan diedarkan di Indonesia untuk sektor pertanian harus memenuhi SNI. Untuk pupuk yang belum ditetapkan syarat mutu SNI nya seperti pupuk silika, maka mutu pupuk ditetapkan Persyaratan Teknis Minimal (PTM) yang dikeluarkan oleh Kementerian Pertanian. PTM pupuk anorganik merupakan persyaratan komposisi dan kandungan hara yang harus dipenuhi oleh pupuk anorganik yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian.

**Tabel 1 Hasil Analisis Kadar Air dan Kandungan Silika pada Pupuk Biosilika**

| ID Sampel     | Syarat Mutu Silika Gel                               | Kandungan Silika (%) | Syarat Mutu Kadar Air                            | Kadar Air (%) |
|---------------|------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|---------------|
| F1            | Minimal 60%<br>(PTM Nomor<br>209/Kpts/SR.320/3/2018) | 65,36                | Maks 5%<br>(PTM Nomor<br>209/Kpts/SR.320/3/2018) | 4,67          |
| F2            |                                                      | 69,33                |                                                  |               |
| F3            |                                                      | 69,52                |                                                  |               |
| STD<br>SILIKA |                                                      | 98,64                |                                                  |               |

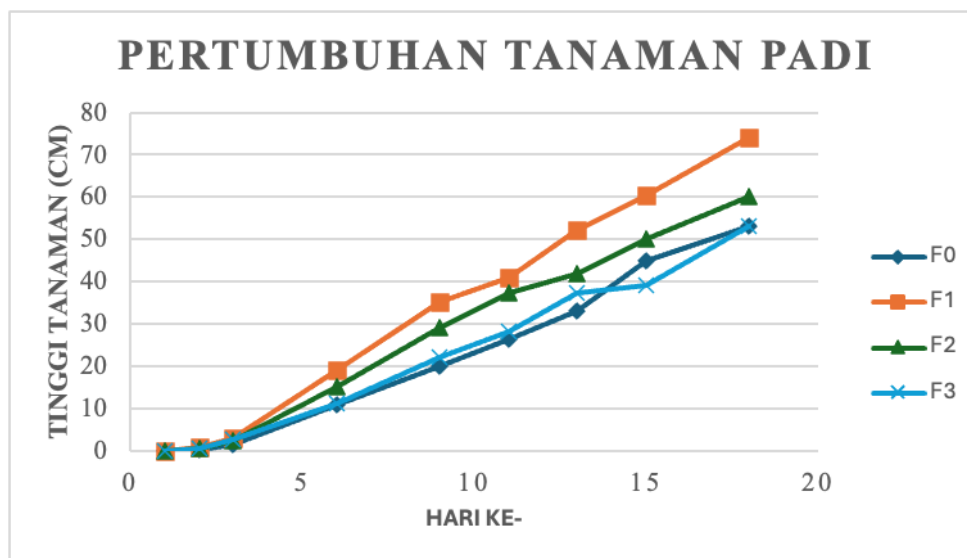
Kadar air menjadi salah satu parameter yang harus dipenuhi oleh pupuk padat maupun cair. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas pupuk selama masa simpan, terlebih lagi sifat silika yang higroskopis. Analisis kadar air dalam penelitian ini dilakukan dengan metode gravimetri dan diperoleh kadar air yaitu 4,67% seperti tersaji pada Tabel 1. Berdasarkan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Anorganik Nomor 209/Kpts/Sr.320/3/2018 yaitu maksimal 5%, maka pupuk biosilika yang dihasilkan memenuhi standar mutu PTM Pupuk Anorganik.

Selain kadar air, dilakukan pula analisis unsur/oksida dengan menggunakan XRF. Langkah awal yang dilakukan pada pengujian ini yaitu preparasi sampel dengan metode *press pellet*. Standar silika yang digunakan sebagai pembanding memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> sebesar 98,64 %. Hasil analisis menunjukkan bahwa F1 memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> sebanyak 65,36%; F2 memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> sebanyak 69,33%; dan F3 memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> sebanyak 69,52%. Adapun syarat mutu silika gel pupuk padat berdasarkan PTM pupuk anorganik Nomor 209/Kpts/Sr.320/3/2018 yaitu minimal 60% SiO<sub>2</sub>. Berdasarkan hasil analisis XRF, diketahui bahwa semua formulasi telah memenuhi standar. Hasil analisis XRF menunjukkan oksida-oksida lain yang juga dapat berperan sebagai unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman padi.

**Tabel 2 Observasi pertumbuhan padi hingga hari ke-18**

| Perlakuan | Tinggi tanaman (cm) |     |     |      |      |      |      |      |      |
|-----------|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|           | 1                   | 2   | 3   | 6    | 9    | 11   | 13   | 15   | 18   |
| F0        | 0                   | 0,1 | 1,6 | 11   | 20   | 26,4 | 33   | 45   | 53,1 |
| F1        | 0                   | 0,7 | 3   | 19   | 35,1 | 41   | 52,3 | 60,4 | 74   |
| F2        | 0                   | 0,6 | 2,4 | 15   | 29,2 | 37,3 | 42   | 50   | 60   |
| F3        | 0                   | 0,6 | 2,6 | 11,2 | 22,1 | 28,2 | 37,3 | 39   | 53   |

Penyemaian benih padi pada penelitian ini menggunakan metode kering, dimana pertumbuhan diamati melalui ekspresi pertambahan tinggi benih padi. Hasil observasi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada hari kedua sudah terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara F1-F3 yang telah ditambahkan pupuk biosilika dibandingkan dengan kontrol (F0). Observasi dilanjutkan hingga hari ke-18 memperlihatkan pertambahan tinggi yang berbeda jauh dari tinggi tanaman kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pupuk biosilika memberikan dampak positif pada pertumbuhan tinggi tanaman padi. Tanaman *gramineae* seperti padi memerlukan silika dalam jumlah yang cukup besar, dimana tanaman menyerap sekitar 230 – 470 kg Si ha<sup>-1</sup> atau sekitar 2 kali lipat dibandingkan serapan nitrogen. Tanaman padi membutuhkan silika untuk membentuk batang, akar, maupun kulit/sekam padi. Tersedianya silika yang cukup akan menjamin pertumbuhan dan produksi bulir padi yang banyak. Selain sebagai pembentuk struktur, pupuk biosilika diketahui dapat memperkuat batang dan ketahanan rebah lebih tinggi, mengurangi serangan penyakit blast (Siregar (2017); Subiksa (2018) (Wiwik, 2018) (Solihin *et al.*, 2021) (Takahashi, 1974) (Subiksa, 2018)



**Gambar 2** Hasil observasi pertumbuhan tanaman padi

Hasil observasi pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dosis pemberian pupuk biosilika juga mempengaruhi hasil. Pada hari ke-15, tanaman kontrol tanpa pupuk (F0) telah melampaui tanaman yang diberi pupuk silika dengan dosis terbanyak (F3). Dalam semua perlakuan, jumlah media tanam yang digunakan sama. Sehingga jika persentase pupuk biosilika yang digunakan tinggi, maka jumlah unsur hara esensial seperti N,P,K yang ada pada tanah juga berkurang. Hal ini mempengaruhi menurunnya laju pertumbuhan tanaman pada perlakuan F3. Sementara tanaman dengan perlakuan F1 dan F2 terus mengalami pertumbuhan tinggi sehingga dapat diketahui bahwa penggunaan dosis pada perlakuan F1 sudah cukup efektif untuk memberikan yang dampak signifikan.

### Kesimpulan

Limbah biomassa sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk biosilika yang juga akan diaplikasikan pada tanaman padi. Pupuk yang dihasilkan telah memenuhi dua parameter Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Anorganik Nomor 209/Ktsp/Sr.320/3/2018 yaitu kadar air 4,67% dan kandungan SiO<sub>2</sub> 65,36-69,52%. Pemberian pupuk biosilika dengan dosis yang tepat (F1) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dengan ekspresi tinggi tanaman (cm) hingga berbeda 20 cm dengan tanaman tanpa perlakuan pupuk.

### REFERENSI

- Amin, M., Nugroho B., Suwarno, & Suryaningtyas, D.T. (2019). Respons pemberian dan penetapan status hara Si pada tanaman padi. *JUPI*, 24(1), 32-40.
- Amrullah, Sopandie, D., Sugianta, & Junaedi, A. (2014). Peningkatan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa* L.) melalui pemberian nano silika. *PANGAN*, 23(1), 17-32.
- Azhari & Aziz. (2016). Sintesis dan karakterisasi material berpori berbasis mineral silika pulau betung. *Jurnal teknologi mineral dan batu bara*, 3(12), 162.
- Handayani. (2014). Pemanfaatan limbah sekam padi menjadi silika Gel. *Jurnal bahan alam terbarukan*, 2(3), 22.
- Handayani, Prima, A., Nurjanah E., & Rengga W.D.P. (2015). Pemanfaatan limbah sekam padi menjadi silika gel. *JBAT*, 4(2), 55-59.
- Husnain, S. 2010. Mengenal silika sebagai unsur hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Bogor*. 32:19-20.
- Husnain, Aflizar, Darmawan, & Masunaga. (2012). Study on silicon status in Indonesia. *Proceeding of the 5th International Conference on Silicon in Agriculture*, September 13-18, 2011, Beijing.

- Kalapathy, U., A. Proctor & J. Shultz. (2000). A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash. *Bioresource Technology* 73, 257-262.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2018). Persyaratan teknis minimal pupuk anorganik Nomor 209/Kpts/SR.320/3/2018. (n.d.): Jakarta.
- Larichev, Y.V., Yeletsky, P.M., & Yakovlev, V.A. (2015). Study of silica in the rice husk and the carbon-silica nanocomposites produced from rice husk. *J Phys Chem Solids*. 87:58-63.
- Muslim, I., Safrihartini, W & Aini, W. (2017). Pengaruh katalis pada proses pembentukan partikel nano silika sebagai material hidrofobik. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 2(3), 152-157.
- Nurhajawarsi, Rafi M, Syafitri U D, Rohaeti E. (2018). L-Histidine-Modified Silica from Rice Husk and Optimization of Adsorption Condition for Extractive Concentration of Pb (II). *J. Pure App. Chem. Res.*, 7 (2), 198-208.
- Putra. (2007). Isolasi dan karakterisasi lignin dari sekam padi dengan pelarut metanol berbantuan pemanas ultrasonik. [Skripsi].
- Putra, G.H. (2013). Adsorpsi timbal dengan hibrida merkapto-silika dari abu jerami padi [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Radi, S., Tighdouini, S., Bacquet, M., Degoutin, S., Cazier F, Zaghrioui, M., & Mabkhot, Y.N. (2014). Organically modified silica with Pyrazole-3-carbaldehyde as a new sorbent for solid-liquid extraction of heavy metals. *Molecules*. 19: 247-262 doi:10.3390/molecules19010247.
- Rohaeti E. (1992). Pemisahan silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) dari sekam padi dan karakterisasinya. [Tesis]. Bandung (ID). Institut Teknologi Bandung.
- Rohaeti E, Hikmawati, Irzaman. (2010). Production of semiconductor materials silicon from silica rice husk waste as alternative silicon sources. *Mater. sci. technol.*, 265-272.
- Rosmiyani, T., Sari, T.K., Alizar, Mulia, M. (2023). Metode sol gel untuk mengekstraksi silika dari abu sekam padi. *Periodic*, 12 (3), 67-70.
- Solihin, E., Sandrawati, A., Kurniawan, W., Maulana, H., & Mutaqin, Z. (2021). Aplikasi pupuk cair silika dengan pupuk anorganik N,P,K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa L.*) pada tanah inceptisol Jatinangor. *Jurnal Agro Wiralodra*, 4(2), 58-63.
- Siregar, A.F. (2017). Assesment of effect of silicon application and improved water management on rice production in Indonesia. [Disertation] The United Graduated School of Agricultural Science Tottori University, Japan.
- Subiksa, I.G.M. (2018). Pengaruh Pupuk Silika terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Sawah pada Inceptisols. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 42(2), 153-160
- Takahashi E. 1974. Effect of soil moisture on the uptake of silica by rice plant seedlings. *Journal of Soil Science and Manure, Japan*, 45: 591-596.
- Wiwik, H. (2018). Pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi awah pada inceptisols. *Jurnal tanah dan iklim*, vol 42 no 2: 153-160.