ANALISIS KARAKTER MORFOLOGI TANAMAN PADI YANG DIAPLIKASIKAN DENGAN SILIKA DAN KALIUM ORGANIK

Fitriani[1], Beni Al Fajar[2], Kartika Aprilia Putri[3], Andri Yusman Persada[4]

Program Studi Biologi, Fakultas Teknik, Universitas Samudra
Kampus Unsam Meurandeh, Langsa 24415 Indonesia
Email: Fitriani@unsam.ac.id

Abstrak

Padi sebagai salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Namun, akhir-akhir produktivitas tanaman padi mengalami penurunan sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman padi disebabkan karena penyusutan luas areal pertanian dan kandungan unsur hara yang tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi salah satunya yaitu dengan silika organik dari alang-alang dan kalium organik dari limbah sabut kelapa. Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana pengaruh aplikasi silika dan kalium organik terhadapa morfologi tanaman padi (*Oryzae sativa*) dan untuk mengetahui berapa volume silika dan kalium organik yang efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman padi (Oryzae sativa) .Adapun rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) pola faktorial, dengan 2 faktor perlakuan yaitu volume kalium dan volume silika organik. Untuk masing-masing kombinasi perlakuan digunakan 5 ulangan, sehingga jumlah sampel yang digunakan adalah 96 sampel tanaman padi. Analisis data menggunakan ANOVA pada taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi silika dan kalium organik (200 mL/pot) meningkatkan tinggi batang berturut-turut yaitu 48,9 cm, 135,1 cm dan 162 cm, jumlah daun berturut-turut yaitu 4, 38 dan 113, jumlah anakan berturut-turut yaitu 5, 28 dan 37, serta panjang malai yaitu 22,7 cm pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan. Semakin besar volume silika dan kalium organik yang diberikan pada tanaman padi, maka rerata tinggi batang, jumlah daun, jumlah anakan, dan panjang malai semakin meningkat.

Kata Kunci: Tanaman padi, pertumbuhan, silika organik, kalium organik

Pendahuluan

Padi merupakan tanaman pangan fungsional yang kebutuhannya terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Namun, akhir-akhir produktivitas tanaman padi mengalami penurunan sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Hal ini di sebabkan karena penyusutan luas areal pertanian, aliran irigasi yang tidak memadai, dan kandungan unsur hara yang

tidak mmapu memenuhi kebutuhan tanaman serta serangan hama dan penyakit sehingga produktivitas tanaman padi menjadi rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi yaitu dengan penggunaan silika organik dari alang-alang dan kalium organik dari limbah sabut kelapa.

Silika sebagai *beneficial element* untuk tanaman padi (Narayanaswa et al, 2013).. Pemberian silika dapat menyebabkan daun lebih tegak sehingga efesien dalam menangkap sinar matahari sekitar 10 % sehingga produktivitas tanaman meningkat (Nwugo dan Huerta., 2008). Selain itu, silika pada tanaman padi berperan untuk meningkatkan ketebalan batang dan daun sehingga efektif meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit penyakit tanaman (Wu *et al*., 2017) serta lebih tahan terhadap kerebahan (Stato, N., *et al* 2017). Dengan demikian diharapkan aplikasi silika dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.

Kalium sebagai hara yang peranan dalam metabolisme tanaman (Farhad *et al*., 2010), pembentukan protein, karbohidrat, dan meningkatkan aktivitas enzim. Selain itu, kalim juga berperan dalam regulasi osmotik, mengurangi kehilangan air pada tanaman, translokasi fotosintat, merangsang perkembangan akar dan meningkatkan ukuran buah (Hardter, R et al, 2003). Pemberian kalium pada tanaman juga dapat meningkatkan proses pembentukan senyawa lignin yang lebih tebal, sehingga menyebabkan dinding sel menjadi lebih kuat dan dapat melindungi tanaman dari gangguan hama dan patogen (Fageria *et al.*, 2009). Oleh karena itu, besarnya peranan silika dan kalium organik terhadap tanaman padi, maka diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.

Metode Penelitian

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April - September 2018 yang dilaksanakan di Green Hause dan Laboratorium Dasar Universitas Samudra

2. Metode Pelaksanaan

a. Pembuatan silika organik dari alang-alang

Alang-alang kering dibakar sampai menjadi abu. Abu dari pembakaran yang berwarna putih diambil, kemudian dihaluskan dan ditambah dengan larutan KOH, selanjutnya dipanaskan diatas hot plate selama 15 menit (85 Co), diaduk dengan magnet stirrez. Campuran abu jerami dan larutan KOH disaring menghasilkan filtrat dan residu. Filtrat

yang dihasilkan disimpan, sedangkan residu Residu ditambah dengan KOH, dipanaskan dan diaduk kembali seperti proses sebelumnya. Campuran abu jerami dan KOH disaring kembali menghasilkan filtrat dan residu. Filtrat yang didapat dari penyaringan dimasukkan dalam baker glass, kemudian ditambahkan HCl sedikit demi sedikit lewat dinding glass sehingga hasil akhir yang didapat yaitu KCl dan silica (Agung et al, 2013)

b. Pembuatan Kalium organik dari limbah sabut kelapa

Sebanyak 20 kg sabut kelapa dipotong-potong sebesar 5 cm dan kemudian masukkan ke dalam wadah yang telah diisi isi sebanyak 40 liter. Larutkan gula merah sebanyak 2 kg ke dalam air 40 liter tersebut. Setelah gula merah larut, masukan 1 Liter EM4 ke dalam wadah tersebut, lalu ditutup rapat dan disimpan pada tempat yang tidak tterkena sinar matahari langsung. Kemudian dbiarkan selama 2 minggu dan buka tutup jerigen/ember setiap pagi selama beberapa detik untuk membuang gas yang timbul. Setelah 2 minggu air rendaman akan berubah warna menjadi hitam kekuning-kuningan dan siap diaplikasikan (Fitriani dkk., 2017)

c. Pemeliharaan Tanaman Padi (Oryzae sativa L.)

Pemeliharaan tanaman padi melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Penyemaian benih Padi (Oryzae sativa): Penyemaian benih meliputi penyiapan media tanam. Sebelum benih disebar, benih terlebih dahulu direndam dengan air selama +48 jam. Kemudian benih disebar merata pada box persemaian yang telah disiapkan.
2. Penyiapan media tanam: sebelum tanah dimasukkan kedalam pot ukuran 15 kg dengan diameter 30 cm terlebih dahulu tanah dihaluskan dan dibersihkan dengan tujuan agar kotoran lain tidak terikut.
3. Pemindahan bibit padi dari media semai ke media tanam: benih padi yang berumur 15 hari dipindahkan dari media semai kemedia tanam yang telah dipersiapkan. Untuk satu pot dimasukkan 1 bibit tanaman padi.
4. Pemeliharaan Tanaman

o Pemeliharaan. Pada saat berumur 2-3 hari setelah tanam (hst), kondisi media tanam tetap dipertahankan dalam keadaan basah. Setelah itu sesuai dengan tingkat pertumbuhan tanaman, genangan air diusahakan mencapai 5cm.

o Pemupukan. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk silika dan

kalium organik pada saat tanaman berumur 2, 4, dan 6 minggu setelah tanam

o Penyiangan. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan tanaman dari tanaman liar yang mengganggu pertumbuhan tanaman padi

d. Pengamatan

Adapun parameter morfologi yang diamati yaitu tinggi batang, jumlah daun, jumlah anakan dan panjang malai.

3. Rancangan Percobaan

Experimental design menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor percobaan yaitu dosis pupuk silika dan dosis kalium organik.

- Adapun dosis perlakukan silika yaitu 0 ml/pot silika (S0), 100 ml/pot silika (S1), 150 ml/pot silika (S2), dan 200 ml/pot silika (S3).
- Adapun dosis perlakuan kalium organik yaitu 0 ml/pot kalium (K0), 100 ml/pot kalium (K1), 150 ml/pot kalium (K2), dan 200 ml/pot kalium (K3).

Untuk masing-masing kombinasi perlakuan digunakan 6 ulangan, sehingga jumlah sampel yang digunakan adalah 96 sampel tanaman padi.

4. Analisis Data

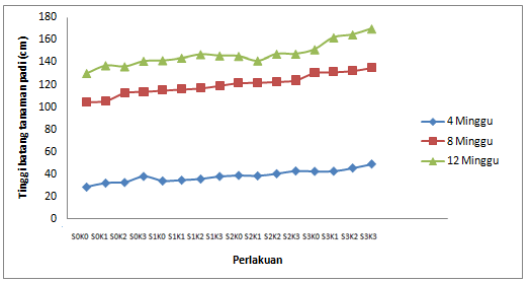
Analisis data dilakukan dengan ANOVA (signifikansi 5%) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Kriteria pengujian hipotesis yaitu: Ho diterima apabila nilai Fhitung < Ftabel dan Ho ditolak apabila nilai Fhitung > Ftabel [19]. Sedangkan pengamatan anatomi berupa jumlah lapisan silika dan indeks stomata dilakukan secara diskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Batang Tanaman Padi

Hasil analisis sidik ragam pada taraf 5% menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi antara silika dan kalium organik terhadap karakter morfologi tanaman padi. Aplikasi silika dan kalium organik pada volume yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi batang, jumlah daun, jumlah daun, dan panjang malai. Pada perlakuan tanpa silika tinggi tanaman yang optimum terjadi saat dikombinasikan dengan perlakuam kalium 200 mL/pot yaitu 34 cm, 113,8 cm dan 141,1 cm dan tingi batang terendah terjadi pada saat dikombinasikan dengan kalium 50 mL/pot yaitu 32,1 cm, 105,7 cm dan 137 cm pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa kalium berperan secara langsung dalam proses

fisiologis tanaman yaitu meningkatkan aktivasi enzim, merangsang asimilasi dalan transport asimilat, dan mengatur keseimbangan anion dan kation yang berhubungan dengan proses membuka dan menutupnya stomata. Dalam hal ini Prajapati (2012) melaporkan bahwa kalium mempunyai peran penting dalam transpor air ke xylem, ketika kalium rendah dalam tanaman maka translokasi nitrat, posfor dan magnesium akan rendah sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Marschner (1995) juga menyatakan bahwa tersedianya kalium dalam jumlah yang cukup bagi tanaman akan menyebabkan ketahanan osmotic meningkat sehingga tahan terhadap terhadap kekeringan. Selain itu, kadar kalium yang cukup pada suatu tanaman dapat meningkatkan ekpresi gen yang berperan pada akumulasi biosintesis auksin, seperti CYP79B2 dan CYP79B3 (Armengaud *et al*., 2004).

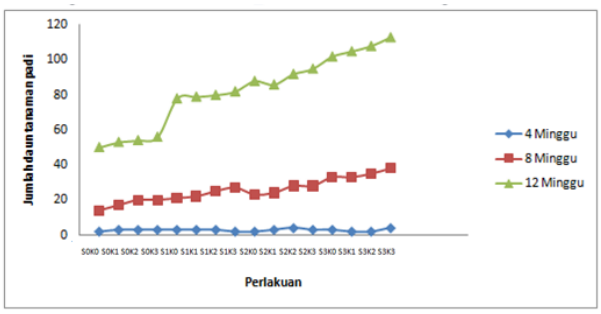


Gambar 1. Rerata tinggi batang tanaman padi (cm) setelah perlakuan yang ditanam di Green hause

Pada perlakuan tanpa kalium tinggi tanaman yang optimum terjadi saat dikombinasikan dengan perlakuam silika 200 mL/pot yaitu 42,5 cm, 130,5 cm dan 151,32 cm dan tingi batang terendah terjadi pada saat dikombinasikan dengan silika 50 mL/pot yaitu 34 cm, 114,9 cm dan 141,5 cm baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa silika mempunyai peran penting dalam pertumbuhan tanaman, meskipun silika bukan merupakan *benefit esensial* bagi tanaman. Kombinasi aplikasi 200 mL/pot silika dan 200 mL/pot kalium organik merupkan volume yang paling efektif meningkatkan tinggi batang tanaman padi yaitu 48,9 cm, 135,1 cm dan 162 cm baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 1). Pada tanaman silika diserap oleh akar dan akan terakumulasi pada epidermis daun sehingga menyebabkan daun menjadi lebih kaku dan tegak sehingga mengakibatkan permukaan daun lebih banyak mendapat sinar matahari sehingga fotosintesis dapat berlangsung secara optimal. Avila et al, (2010) melaporkan bahwa silika yang diberikan pada tanaman dapat meningkatkan perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal.

Jumlah Daun Tanaman Padi.

Jumlah daun tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 200 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu.3 , 20 dan 54 dibandingkan dengan jumlah daun tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 50 mL/pot yaitu 3, 17 dan 50 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa kalium mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini Subandi (2013) melaporkan bahwa kalium berperan penting dalam proses kimia dan fisika tanaman. Kekurangan Kalium pada tanaman menyebabkan pertumbuhan terhambat, hasil dan kualitas rendah dan komponen ketahanannya terganggu, sehingga memudahkan patogen untuk penetrasi.



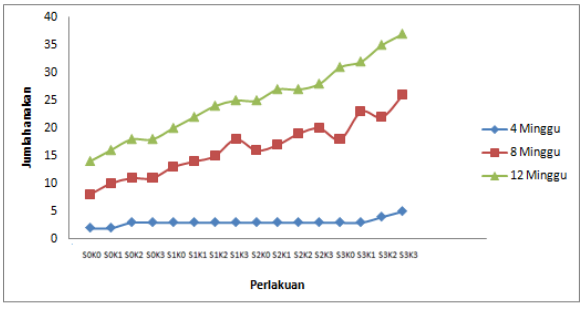
Gambar 2. Rerata jumlah daun tanaman padi setelah perlakuan yang ditanam di *Green hause*

Jumlah daun tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan kalium 200 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 3, 33 dan 102 dibandingkan dengan jumlah daun tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan silika 50 mL/pot yaitu 2, 23 dan 88 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 2). Hal ini diduga bahwa pemberian pupuk silika organik berperan dalam pertumbuhan jumlah daun dan secara tidak langsung meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Dalam hal ini Nurmala, T., et al (2013) menyatakan bahwa perlakuan pemberian pupuk silika organik pada tanaman anjeli menghasilkan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk silika organik (kontrol). Namun, kombinasi silika 200 mL/pot dan kalium 200 mL/pot merupakan kombinasi yang paling efektif meningkatkan rerata jumlah daun tanaman padi yaitu 4, 38 dan 113 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan. Hal ini dimungkinkan karena kombinasi tersebut merupakan kombinasi volume silika dan kalium yang optimum untuk memacu pertumbuhan tanaman padi.

Jumlah Anakan Tanaman Padi

Jumlah anakan tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 200 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 3, 11 dan 18

dibandingkan dengan djumlah anakan tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 50 mL/pot yaitu 2, 10 dan 16 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa kalium berperan dalam meningkatkan laju fotosintesis, pertumbuhan tanaman, hasil panen, dan ketahanan terhadap kekeringan (Perver et al, 2014). Selain itu, kalium dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen dan phosfor dalam tanah. Ketersedian nitrogen yang tinggi di dalam tanah dapat meningkatkan expresi gen IPT3, IPT5 dan CYP735A2 di akar yang terlibat dalam biosintesis sitokinin. Sitokinin disintesis di akar dan ditranspor secara akropetal melalui jaringan yang dapat mempromosikan pertumbuhan tunas/tiler sehingga jumlah anakan tanaman padi meningkat (Nurmala, T et al., 2016)



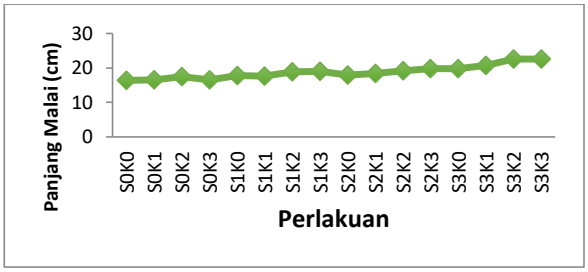
Gambar 3. Rerata jumlah anakan tanaman padi setelah perlakuan yang ditanam di Green hause

Jumlah anakan tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan silika 200 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 3, 18 dan 31 dibandingkan dengan jumlah anakan tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan silika 50 mL/pot yaitu 3, 13 dan 20 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan (Gambar 3). Namun, kombinasi silika 200 mL/pot dan kalium 200 mL/pot merupakan kombinasi yang paling efektif meningkatkan rerata jumlah anakan tanaman padi yaitu 5, 28 dan 37 baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan. Hal ini disebabkan karena keberadaan silika pada tanaman dapat memperbaiki sistem perakaran tanaman sehingga serapan unsur hara oleh akar terutama unsur posfor lebih optimal. yang berperan dalam pembelahan sel sehingga dapat memacu pembentukan anakan. Putri, F.M et al (2017) melaporkan bahwa aplikasi silika dapat meningkatkan penyerapan unsur fosfor pada tanaman padi yang berperan dalam proses pembelahan sel sehingga jumlah anakan padi meningkat. Selain itu Damagalska dan Leyser (2011) melaporkan bahwa kadar phosfat organik di dalam media tanam dapat menghambat ekpresi gen D10, D17, D27, dan MAXI yang berhubungan CYP711A di dalam akar sehingga akan menghambat aktivitas strigolacton. Penghambatan strigolacton

dapat memicu pembentukan dan peningkatan jumlah anakan pada tanaman padi.

Panjang malai tanaman padi

Panjang malai tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 150 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 17,5 cm dibandingkan dengan panjang malai tanaman padi pada perlakuan tanpa silika yang dikombinasikan dengan kalium 50 mL/pot yaitu 16,6 setelah perlakuan (Gambar 4).



Gambar 4. Rerata panjang malai tanaman padi setelah perlakuan yang ditanam di Green hause

Panjang malai tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan silika 200 mL/pot menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 19,9 cm dibandingkan dengan panjang malai tanaman padi pada perlakuan tanpa kalium yang dikombinasikan dengan silika 50 mL/pot yaitu 18 cm setelah perlakuan (Gambar 4). Namun, kombinasi silika 200 mL/pot dan kalium 200 mL/pot merupakan kombinasi yang paling efektif meningkatkan rerata panjang malai tanaman padi yaitu 22,7 cm setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa silika mempunyai peran penting dalam proses penyerapan phosfor sehingga peran phossfor bagi tanaman lebih optimal. Phosphor mempunya penting dalam proses pembentukan biji dan pada saat awal pematangan biji sehingga produktivitas tanaman meningkat. Amrullah (2015) melaporkan bahwa aplikasi silika pada tanaman dapat meningkatkan jumlah malai dan panjang malai yang dihasilkan. Apabila kandungan silika pada tanaman rendah mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah gabah hampa menurunkan bobot gabah, menurunkan panjang malai, menurunkan jumlai malai dan menurunkan jumlah gabah per malai (Ma dan Takashi, 2002).

Kesimpulan

Kombinasi aplikasi silika dan kalium organik berpengaruh nyata terhadap karakter morfologi (tinggi batang, jumlah daun, jumlah anakan dan panjang malai) tanaman padi. Kombinasi aplikasi 200 mL/pot silika dan 200 mL/pot kalium organik merupakan volume yang paling efektif meningkatkan tinggi batang, jumlah daun, jumlah anakan dan panjang malai tanaman padi baik pada umur 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu setelah perlakuan. Semakin besar volume silika dan kalium organik yang diberikan pada

tanaman padi, maka rerata tinggi batang, jumlah daun, jumlah anakan, dan panjang malai semakin meningkat.

Daftar Pustaka

Agung, F.R., M. R. Hanafie, and P. Mardina.2013. Ekstraksi silika dari abu sekam padi dengan pelarut KOH. *Konversi*, Vol. 2, (1)28–31.

Ali, MK., Alam, MF., Alam, M., Islam, M., and Khandaker. 2007. Effect of nitrogen and potassium levels on yield and quality seed production of onion. *Jounal Application Science*. Vol. (12):1889-1899.

Avila F.W., Baliza D.P., Faquin V., Araujo J. and Ramos S.J. 2010.Silicon Nitrogen Interaction In Rice Cultivated Under Nutrient Solution. Revista Ciencia Agronomica, 41: 184–190.

Damagalska, M and Leyser, O. 2011. Signal integration the control of shoot branching. *Moleculer Cell Biology*. 12: 145-152.

Farhad, I.S.M., M.N. Islam, S. Hoque, and M.S.I. Bhuiyan. 2010. Role of potassium and sulphur on the growth, yield and oil content of soybean (*Glycine max* L.) *Ac. J. Palant Sci.* 3(2):99-103.

Fageria, NK, M.P.B. Filho, and J.H.C. Da Costa. 2009. Potassium in the use of nutrients in crops plant. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton. London. New York. Pp.1.

Fitriani, Mardina, V., Saputri, A. 2017. Effect of alternative kcl fertilizer from coconut husk on morfology of *Oryza Sativa* L. Cempo Ireng. International Conference on Science, *Tecnology and Modern Society (ICSTMS).*

Gomez, K and A. Gomez. 2010. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian.*Edisi Kedua. (Diterjemahkan oleh Endang Sjamsuddin dan Yustika S. Baharsjah). Jakarta: Universitas Indonesia. 98-100 p.

Hardter, R. 2003. *Potassium and Biotic Stress of Plants*. In Feed the Soil to Feed the People: The Role of Potash in Sustainable Agriculture.Johnston, A.E., Ed..International Potash Institute: Basel, Switzerland.pp. 345–362.

Ma JF, Takahashi E. 2002. Effect of silicate fertilizer application on paddy rice. Soil, Fertilizer and plant silicon research in Japan. *Elsevier Science*. 1(2):49-61.

Marschner, P. Marschner's. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed*.; Academic Press: London. pp. 178–189.

Narayanaswa, C., and Hanumantharaju, H. 2013. Effect of calcium silicate as a silicon source on growth yield of rice in different acid soils of Karnataka, southern India**.** *Springer Nature*. Vol 12(3):154-167.

Nurmala, T., Yuniarti, A dan Syahfitri. 2013. Pengaruh berbagai dosis pupuk silika organik dan tingkat kekerasan biji terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut (*Coix lacryma jobi* L) genotip 37. J*urnal Kultivasi.* Vol. 15(2):133-142.

Nwugo, C.C. and Huerta, A.J. 2008. Effects of silicon nutrition on cadmium

uptake, growth and photosynthesis of rice plants exposed to low-level cadmium. Plant Soil. 311, 73-86.

Prajapati. 2012. The importance of potassium in plant growth – a review. *Indian Journal of Plant Sciences. Vol. 1(2): 177-186*.

Putri, F.M., Suedy, A.,dan Darmanti, S. 2017. Pengaruh pupuk nanosilika terhadapjumlah stomata, kandungan klorofil dan pertumbuhan padi hitam *(oryza sativa* l. cv. *Japonica). Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Volume 2 (1): 72-79.

Sato, N., Noriaki, O., Kazuki, N., Yoshiyuki, S., and Hiroaki, I., 2017. Efeect of nanstruktured biosilica on rice plant mechanics. *The Royal Society of Chemestry*. (7): 13065-13071.

Subandi. 2017. Peran dan pengelolaan hara kalium untukproduksi pangan di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* Vol 6(1):1-10.

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 Planthopper *Nilaparvata lugens. Front Plant Sci*. Vol. 2(3)8:28.