

Respon pertumbuhan dan produksi padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap cekaman kekeringan dan pemupukan silika

(*Growth and production of upland rice response to drought stress and silica fertilization*)

N. Fadhilah, Karno dan B.A. Kristanto

*Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University
Tembalang Campus, Semarang 50275 – Indonesia*

Corresponding E-mail: nurul.fadhilah.nf16@gmail.com

ABSTRACT

The goal of this research was to study the growth and production of upland rice responding to drought stress and silica fertilization. The research was conducted at greenhouse SPMA H Moenadi, Ungaran, Semarang Regency and Physiology and Plant Breeding laboratory, Diponegoro University, from February to June 2018. The research used factorial design based on completely randomized design. The first factor was silica fertilizers (Control, zeolite and husk ash) and the second factor was drought stress (watering interval 3, 6, 9 and 12 days). The result showed that silica fertilizer treatment significantly affected the plant growth rate ages 14-30 days after planting, relative growth rate of plant ages 14-30 days after planting, plant height of the 8th week, leaf chlorophyll index of vegetative phase, number of seeds and seed weight, while at drought stress had significant effects on the plant growth rate ages 14-30 days after planting, relative growth rate of plant ages 14-30 days after planting, plant height of week 8 and 15, number of leaves 8 and 15 weeks, generative phase chlorophyll index, number of tillers and productive tillers, number of seeds and seed weight. There was an interaction between silica fertilization and drought stress on the plant growth rate ages 14-30 days after planting, relative growth rate of plant ages 14-30 days after planting and the number of seeds.

Keyword : Drought stress, upland rice, silica fertilization

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh silika dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan produksi padi gogo. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* SPMA H. Moenadi, Ungaran, Kab. Semarang dan laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro dari bulan Februari sampai Juni 2018. Rancangan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Faktor pertama yaitu pupuk silika (kontrol, zeolit dan abu sekam) dan cekaman kekeringan (Interval penyiraman 3, 6, 9 dan 12 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika berpengaruh nyata terhadap parameter laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST, laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14-30 HST, tinggi tanaman Minggu ke 8, indeks klorofil daun fase vegetatif, jumlah biji dan bobot biji, sedangkan pada parameter cekaman kekeringan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST, laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14-30 HST, tinggi tanaman Minggu ke 8 dan 15, jumlah daun Minggu ke 8 dan 15, indeks klorofil daun fase generatif, jumlah anakan dan anakan produktif, jumlah biji dan bobot biji. terdapat interaksi antara pemupukan silika dan cekaman kekeringan terhadap parameter laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST, laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14-30 HST dan jumlah biji.

Kata kunci : Cekaman kekeringan, padi gogo, pemupukan silika

PENDAHULUAN

Tanaman Padi merupakan salah satu tanaman pangan yang penting karena menjadi bahan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Selain sebagai makanan pokok, budi daya tanaman padi juga dapat menyediakan lapangan pekerjaan bagi petani di pedesaan, sehingga dari sisi ketahanan pangan nasional sangat penting. Kebutuhan pangan di Indonesia terus bertambah dari tahun ke tahun. Bertambahnya kebutuhan pangan tersebut seiring dengan bertambahnya penduduk. Laju pertumbuhan penduduk yaitu sebesar 1,49% per tahun (BPS, 2011). Jumlah penduduk pada tahun 2011 mencapai 241 juta jiwa dan kebutuhan beras sebesar 33,49 juta ton, sementara luas lahan di Indonesia yang dapat digunakan untuk menanam padi sebesar 8 juta ha, hal tersebut mengakibatkan ketersediaan beras di Indonesia masih kurang. Upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan beras di Indonesia adalah dengan memanfaatkan lahan kering. Padi gogo dapat tumbuh dengan kondisi lahan kering. Namun terdapat beberapa masalah yang dihadapi dalam budidaya tanaman pada lahan kering yaitu produksinya cenderung rendah dibandingkan dengan lahan sawah, hal tersebut karena cuaca yang tidak menentu, suplai air rendah, kesuburan tanah rendah dan banyak serangan hama (Sukirman *et al.*, 2010)

Kebutuhan air padi gogo meningkat dari fase vegetatif sampai generatif dan kemampuan akar tanaman padi gogo dalam menyerap hara juga meningkat. Jumlah anakan akan meningkat apabila tanaman memiliki ketersediaan air yang cukup untuk tumbuh (Sari *et al.*, 2017). Cekaman kekeringan dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis tanaman karena tanaman tidak dapat tumbuh optimal dengan kondisi kekurangan air (Budiasih, 2009). Cekaman kekeringan dapat menurunkan jumlah gabah, prosentase gabah isi dan berat gabah, selain itu juga mempengaruhi umur berbunga dan umur panen tanaman padi (Supriyanto, 2013). Cekaman kekeringan memberikan pengaruh daya pertumbuhan dan hasil tanaman padi, semakin tingginya tingkat kekeringan maka semakin tinggi tingkat menurunnya hasil dan daya pertumbuhan tanaman padi (Mawardi *et al.*, 2016)

Silika merupakan unsur mineral melimpah yang terdapat di bumi. Silika dapat ditemukan di berbagai mineral yang berlimpah sebagai asam silikat. Silika memiliki banyak pengaruh yang positif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman. Silika membantu dalam proses fisiologi dan metabolisme tanaman (Abro *et al.*, 2009). Tanaman apabila hidup dalam kondisi kering akan menghambat proses fisiologisnya. Penggunaan silika dapat meringankan cekaman kekeringan dengan cara mengurangi transpirasi (Ahmad dan Haddad, 2011). Pemberian silika sebesar 400kg/ha dikombinasikan dengan boron 5mg/l dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman yaitu pada parameter jumlah anakan, jumlah malai, jumlah gabah dan bobot gabah (Prawira *et al.*, 2014). Sumber silika dapat diperoleh dari berbagai hal diantaranya adalah zeolit dan abu sekam. Perbedaan dari keduanya yaitu kecepatan ketersediaan unsur Si setelah diterapkan ke tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh silika dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan produksi padi gogo.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 16 Februari 2018 sampai 28 Juni 2018 di greenhouse SPMA H. Moenadi, Ungaran, Kab Semarang dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah nampan, polybag, tatakan pot, sekop, teko takar, ember, sprayer, timbangan analitik, plastik, kertas label dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah benih padi inpagu Unsoed 1, zeolit dan abu sekam.

Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu persiapan benih, persiapan media tanam dan pupuk silika. Benih padi gogo disemai dalam nampan yang telah berisi tanah. Setelah berumur 14 hari bibit dipindahkan ke media tanam. Komposisi media tanam yaitu tanah sebesar 10 kg dan pupuk silika sesuai dengan perlakuan, untuk

perlakuan zeolit ditambahkan zeolit sebesar 3,8 g/polybag (setara kebutuhan SiO₂ 300 kg/ha), sedangkan untuk perlakuan abu sekam, ditambahkan abu sekam sebesar 2,9 g/polybag (setara kebutuhan SiO₂ 300kg/ha). Media tanam dimasukkan ke polybag berukuran 40 x 40 cm. Pemupukan silika dilakukan 2 minggu sebelum pindah tanam. Tanaman padi disiram sesuai masing-masing perlakuan yaitu 3 hari sekali, 6 hari sekali, 9 hari sekali dan 12 hari sekali. Pemupukan NPK dilakukan setara dosis urea 250 kg/ha, SP36 100 kg/ha dan KCl 50 kg/ha. Pemberian pupuk urea sebesar 1,7 g/polybag saat umur 1 MST dan 1,7 g/polybag saat umur 4 MST, SP36 saat umur 1 MST sebesar 0,48 g/polybag dan KCl sebesar 0,3 g/polybag saat umur 1 MST. Pengendalian gulma dilakukan dengan cara mencabut secara manual tanaman yang mengganggu, sedangkan untuk hama disemprot dengan menggunakan pestisida sistemik.

Rancangan percobaan dan analisis data

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah pemupukan silika yaitu kontrol (S0), zeolit (S1) dan abu sekam (S2). Faktor kedua adalah cekaman kekeringan yaitu interval penyiraman 3 hari (K1), interval penyiraman 6 hari (K2), interval penyiraman 9

hari (K3) dan interval penyiraman 12 hari (K4). Total percobaan berjumlah 36 unit percobaan dengan satu polybag 2 tanaman. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji F menggunakan tabel Anova dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju pertumbuhan tanaman (LPT)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap parameter laju pertumbuhan tanaman umur 14 – 30 HST, tetapi tidak ada interaksi pada umur 30 – 60 HST. Perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman umur 14 – 30 HST, tetapi tidak berpengaruh terhadap umur 30 – 60 HST (Tabel 1)

Berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman. Pupuk silika dan interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST, tetapi tidak berpengaruh nyata pada umur 30-60 HST. Pupuk silika berperan untuk mempertahankan tanaman dalam kondisi kekeringan. Pupuk silika akan berfungsi secara

Tabel 1. Pengamatan laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST dan umur 30-60 HST

Pupuk Silika	Interval penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
-----Laju pertumbuhan tanaman umur 14 – 30 hari (mg/hari) -----					
S0 (kontrol)	6,40 ^{bc}	5,48 ^{cd}	5,05 ^{cd}	3,15 ^d	5,02 ^b
S1 (zeolit)	7,98 ^{ab}	5,91 ^{cd}	6,73 ^{bc}	6,58 ^{bc}	6,80 ^a
S2 (abu sekam)	6,34 ^{bc}	4,99 ^{cd}	6,31 ^{bc}	8,77 ^a	6,60 ^{ab}
Rata-rata	6,90 ^a	5,46 ^{ab}	6,02 ^{ab}	6,16 ^b	
-----Laju pertumbuhan tanaman umur 30 – 60 HST (mg/hari)-----					
S0 (kontrol)	7,79	8,52	7,57	9,10	8,25
S1 (zeolit)	8,49	7,52	7,97	8,45	8,11
S2 (abu sekam)	7,98	7,83	8,24	8,29	8,09
Rata-rata	8,09	7,96	7,93	8,62	8,15

- Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05)
- Superskrip yang berbeda pada kolom interaksi menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05)

maksimal apabila tanaman tercekam terlalu lama. Tabel 1 menunjukkan bahwa silika sangat berbeda nyata pada interval penyiraman 12 hari sekali. Interval penyiraman 3, 6 dan 9 pupuk silika belum berfungsi secara maksimal ditunjukkan dengan tidak adanya pengaruh nyata dari pupuk silika. Pupuk silika dapat mempercepat laju pertumbuhan tanaman dalam kondisi tanaman sangat tercekam. Laju pertumbuhan tanaman tertinggi dihasilkan dari perlakuan pupuk zeolit dan interval penyiraman 3 hari sekali. Sedangkan laju pertumbuhan terendah adalah perlakuan kontrol yang disiram 12 hari sekali. Laju pertumbuhan tanaman merupakan penambahan berat kering tanaman setiap satuan waktu. Apabila tanaman tumbuh dengan optimal maka laju pertumbuhan tanaman tersebut juga tinggi. Perlakuan zeolit memberikan hasil paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan abu sekam dan kontrol. Zeolit berperan dalam penyerapan air sehingga tanaman dapat terbantu kebutuhan airnya. Menurut Prawira *et al.* (2014) menyatakan bahwa penerapan silika pada tanaman padi dapat meningkatkan laju pertumbuhan, tinggi tanaman jumlah anakan, jumlah anakan produktif dan jumlah biji. Menurut Danapriatna (2010) laju pertumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih dan hasil biji akan tinggi apabila tanaman berada pada kondisi kapasitas lapang, hal tersebut menunjukkan bahwa

pertumbuhan tanaman membutuhkan air yang tersedia untuk pertumbuhan yang optimal.

Laju pertumbuhan tidak berpengaruh nyata saat memasuki akhir masa vegetatif, karena saat masa akhir vegetatif tanaman padi tidak mengalami pertumbuhan tetapi mulai muncul malai dan pertumbuhan terfokus pada produksi tanaman. Menurut Rahayu (2012) laju pertumbuhan tanaman mengalami penurunan saat fase akhir vegetatif. Ketersediaan air mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman dan mendorong terjadinya diferensiasi seperti perubahan morfologi dan penurunan laju pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan oleh laju bersih fotosintesis yang rendah dan penyerapan air yang rendah.

Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman (LPRT)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman saat umur 14 - 30 HST tetapi tidak ada interaksi saat umur 30 - 60 hari. Perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman saat umur 14 - 30 HST tetapi tidak berpengaruh nyata saat umur 30 - 60 HST (Tabel 2)

Berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test*

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman Umur 14 – 30 HST dan 30 – 60 HST

Pupuk Silika	Interval Penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
----- Laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14 – 30 HST (mg mg/hari) -----					
S0 (kontrol)	6,34 ^{bc}	6,13 ^c	6,01 ^c	5,46 ^d	5,99 ^b
S1 (zeolit)	6,75 ^{ab}	6,23 ^c	6,45 ^{bc}	6,40 ^{bc}	6,46 ^a
S2 (abu sekam)	6,37 ^{bc}	5,96 ^c	6,33 ^{bc}	6,91 ^a	6,39 ^{ab}
Rata-rata	6,49 ^a	6,12 ^a	6,26 ^{ab}	6,26 ^b	
----- Laju pertumbuhan relatif tanaman umur 30 – 60 HST (mg mg/hari) ---					
S0 (kontrol)	9,23	9,76	9,06	10,21	9,56
S1 (zeolit)	9,75	9,03	9,36	9,71	9,46
S2 (abu sekam)	9,37	9,25	9,58	9,6	9,45
Rata-rata	9,45	9,34	9,33	9,8	

- Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)
- Superskrip yang berbeda pada kolom interaksi menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

(DMRT) terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman pada umur 14 – 30 HST, tetapi tidak berpengaruh nyata pada umur 30-60 HST. Laju pertumbuhan relatif tanaman merupakan laju peningkatan bobot kering tanaman tiap satuan bobot. Tanaman yang tumbuh dengan optimal akan meningkatkan hasil fotosintesis. Hasil fotosintesis tinggi akan meningkatkan bobot kering tanaman sehingga laju pertumbuhan relatif juga akan meningkat. Peran silika berpengaruh terhadap pertumbuhan awal vegetatif. Silika akan berfungsi secara maksimal jika tanaman telah mengalami kekeringan cukup lama. Tabel 2 menunjukkan bahwa silika berpengaruh sangat nyata pada interval penyiraman 12 hari sekali, tetapi saat tanaman belum mengalami kekeringan cukup parah silika belum berfungsi secara maksimal. Silika belum berfungsi secara maksimal saat interval penyiraman 3, 6 dan 9 hari. Perlakuan zeolit memberikan hasil paling tinggi. Zeolit berfungsi membantu dalam menegakkan daun yang melengkung akibat kekeringan, sehingga fotosintesis dalam berlangsung optimal di daun. Menurut Mungara *et al.* (2013) menyatakan bahwa peningkatan berat kering merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang memiliki luas daun pada awal pertumbuhan akan lebih cepat tumbuh karena menghasilkan fotosintat yang tinggi.

Laju pertumbuhan relatif tanaman berasosiasi dengan berat kering tanaman. Tanaman akan menghasilkan berat kering yang tinggi apabila hasil fotosintesis juga tinggi. Fotosintesis akan maksimal apabila air yang tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Bila air yang tersedia kurang maka hasil fotosintesis juga akan rendah karena membran sel daun rusak mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis. Interval penyiraman 12 hari sekali terbukti telah menurunkan hasil fotosintesis karena air yang tersedia tidak dapat memenuhi kebutuhan. Menurut Maisura (2015) menyatakan bahwa cekaman kekeringan merupakan faktor yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman padi. Akibat dari cekaman kekeringan menyebabkan tinggi tanaman, luas daun, jumlah anakan produktif, bobot gabah, laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan relatif menurun dibandingkan

dengan tanaman yang tumbuh secara optimum

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara jenis pupuk silika dan interval penyiraman terhadap tinggi tanaman Minggu ke 8 dan Minggu ke 15. Perlakuan pupuk silika berpengaruh terhadap tinggi tanaman Minggu ke 8, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman Minggu ke 15. Interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman Minggu ke 8 dan Minggu ke 15. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman (Tabel 3).

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika dapat meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada Minggu ke 8. Silika berfungsi untuk meningkatkan laju fotosintesis dan resistensi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Selain itu silika juga dapat mempertahankan tanaman dari cekaman kekeringan, salinitas dan cuaca ekstrem. Pemberian zeolit pada tanaman padi dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 10 cm (11,01 %). Pemberian abu sekam dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 18 cm (19,89 %) dibandingkan dengan perlakuan kontrol. pemberian abu sekam menghasilkan tanaman tertinggi. Abu sekam dapat menyediakan unsur Si lebih cepat dibandingkan dengan zeolit, sehingga pada perlakuan abu sekam lebih baik hasilnya karena ketersediaan silika lebih cepat, sehingga dapat langsung digunakan oleh tanaman. Abu sekam mengandung sekitar 80% Si yang berguna untuk melindungi tanaman dalam kondisi kekeringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rachmawati *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa penambahan abu sekam padi terhadap tanaman padi dapat meningkatkan ketersediaan air relatif sehingga tanaman tersebut dapat tahan dalam kondisi kering dan abu sekam juga mempunyai kelarutan yang tinggi di dalam air. Pada Minggu ke 15 pupuk silika tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman baik perlakuan zeolit maupun abu sekam. Hal tersebut dikarenakan tanaman padi telah memasuki masa generatif sehingga hara dari pupuk silika digunakan untuk pembungaan maupun pengisian biji. Hal ini sesuai

Tabel 3. Tinggi Tanaman Minggu ke 8 dan Minggu ke 15

Pupuk Silika	Interval Penyiraman (Minggu ke 8)				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
----- Pengamatan Minggu ke 8 (cm) -----					
S0 (kontrol)	96,70	92,03	86,70	86,73	90,54 ^c
S1 (zeolit)	103,77	99,67	100,57	98,13	100,53 ^b
S2 (abu sekam)	114,10	108,87	107,80	103,43	108,55 ^a
Rata-rata	104,86 ^a	100,19 ^b	98,36 ^{bc}	96,10 ^c	
----- Pengamatan Minggu ke 15 (cm) -----					
S0 (kontrol)	112,4	104,8	81,10	85,40	95,94
S1 (zeolit)	117,6	93,37	99,73	96,33	101,76
S2 (abu sekam)	117,6	100,47	82,03	90,50	97,61
Rata-rata	115,8 ^a	99,54 ^b	87,62 ^c	90,74 ^{bc}	

Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

dengan pendapat Prasetyo *et al.* (2008) bahwa pemberian abu sekam pada tanaman padi dapat membantu memenuhi unsur hara yang dibutuhkan tanaman saat memasuki fase generatif terutama saat pengisian biji dan pematangannya. Unsur hara yang secara tidak langsung di sediakan oleh abu sekam adalah P, Si, K, Ca dan Mg.

Interval penyiraman 3 hari sekali menunjukkan tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan interval penyiraman 6 hari, 9 hari dan 12 hari sekali. Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan pada membran sel akar, sehingga penyerapan air dan unsur hara ke tanaman terganggu. Air digunakan tanaman untuk proses fotosintesisnya, apabila kekurangan air maka proses fotosintesis juga terhambat dan hasil fotosintesis tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup tanaman. Menurut Kristanto (2016) kerusakan membran sel akar menyebabkan penurunan serapan air dan unsur hara, hal tersebut menyebabkan penurunan panjang, bobot dan luas akar, tinggi tanaman, kandungan dan stabilitas klorofil, laju dan stabilitas fotosintesis. Ai *et al.* 2010 menyatakan bahwa selama siklus hidup tanaman padi selalu membutuhkan air untuk pertumbuhannya. Menurut (Danapriatna, 2010) kekurangan air akan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis maupun morfologis tanaman dan mengakibatkan terhentinya pertumbuhan tanaman tersebut, sehingga untuk memperoleh

pertumbuhan yang optimal dibutuhkan air yang cukup.

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap jumlah daun. Terdapat pengaruh nyata perlakuan interval penyiraman terhadap jumlah daun pada Minggu ke 8 dan Minggu ke 15, tetapi tidak ada pengaruh nyata pupuk silika terhadap jumlah daun pada Minggu ke 8 dan Minggu ke 15 (Tabel 4)

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan jenis pupuk silika tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun baik Minggu ke 8 ataupun Minggu ke 15. Hal tersebut dikarenakan fungsi pupuk silika memperbaiki kualitas dari daun tersebut seperti menjaga agar daun tetap tegak dan tidak menggulung, sehingga cahaya matahari dapat terserap oleh daun dengan maksimal. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Putri *et al.* (2017) menyatakan bahwa silika yang terakumulasi dalam daun padi berfungsi untuk membantu daun tetap tegak sehingga membantu penangkapan cahaya matahari dalam proses fotosintesis dan translokasi CO₂ ke malai. Menurut Makarim *et al.* (2007) fungsi silika pada tanaman yaitu dapat memperkuat dinding jaringan epidermis dan jaringan pembuluh, menghambat infeksi jamur

Tabel 4. Jumlah Daun

Pupuk Silika	Interval Penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
----- Pengamatan Minggu ke 8 (helai) -----					
S0 (kontrol)	48,00	35,33	32,33	31,00	36,67
S1 (zeolit)	42,33	46,67	30,00	28,67	36,92
S2 (abu sekam)	41,67	39,00	33,33	36,00	37,50
Rata-rata	44,00 ^a	40,33 ^a	31,89 ^b	31,89 ^b	
----- Pengamatan Minggu ke 15 (helai) -----					
S0 (kontrol)	44,67	28,33	21,33	30,00	31,08
S1 (zeolit)	44,67	44,00	30,67	24,00	35,83
S2 (abu sekam)	36,67	30,67	20,67	29,67	29,42
Rata-rata	42 ^a	34,33 ^b	24,22 ^c	27,89 ^{bc}	

Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

dan mengurangi kekurangan air. Silika juga dapat membuat sistem perakaran menjadi lebih kuat, sehingga penyerapan unsur hara menjadi lebih optimal

Interval penyiraman 3 hari sekali merupakan perlakuan yang paling baik dan interval penyiraman 9 hari merupakan perlakuan yang hasilnya paling rendah. Interval penyiraman 12 hari sekali menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan interval penyiraman 9 hari sekali, hal tersebut karena tanaman yang disiram 12 hari sekali sudah dapat beradaptasi dengan lingkungan yang kering sehingga apabila tanaman tersebut disiram air, maka pertumbuhannya akan cepat dan kembali tumbuh. cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan membran daun, sehingga daun tidak dapat menyimpan air dengan maksimal dan menyebabkan sintesis klorofil terganggu, akibatnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan optimal dan hasil yang didapatkan ke seluruh bagian tumbuhan juga sedikit. Menurut Kristanto (2016) kerusakan membran sel daun menyebabkan penurunan kandungan klorofil karena terjadi kerusakan kloroplas dan perangkat fotosintesis. Menurut Danapriatna (2010) menyatakan bahwa kekurangan air akan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis maupun morfologis tanaman dan mengakibatkan terhentinya pertumbuhan tanaman tersebut. Menurut Sari *et al.* (2017) kebutuhan air padi

gogo meningkat dari fase vegetatif sampai generatif dan kemampuan akar tanaman padi gogo dalam menyerap hara juga meningkat.

Indeks Klorofil Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap parameter indeks klorofil baik saat fase vegetatif maupun fase generatif. Perlakuan pupuk silika berpengaruh nyata terhadap indeks klorofil saat fase vegetatif tetapi tidak berpengaruh pada fase generatif. Perlakuan interval penyiraman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks klorofil saat fase vegetatif, tetapi berpengaruh saat fase generatif. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman (Tabel 5)

Berdasarkan uji *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika berbeda nyata terhadap indeks klorofil saat fase vegetatif namun tidak berbeda nyata saat fase generatif. Penambahan abu sekam dapat meningkatkan indeks klorofil saat masa vegetatif sebesar 14 %. Klorofil berperan penting saat proses fotosintesis. Klorofil berfungsi sebagai antena, mengumpulkan cahaya dan mentransfer energi ke pusat energi saat proses fotosintesis. Semakin tinggi kandungan klorofil dalam daun maka hasil fotosintesis juga akan tinggi dan pertumbuhan tanaman akan meningkat pula. Hal ini sesuai dengan pendapat Ai *et al*

Tabel 5. Pengamatan Indeks Klorofil Fase Vegetatif dan Fase Generatif

Pupuk silika	Interval penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
---- Pengamatan indeks klorofil fase vegetatif (CCI) ---					
S0 (kontrol)	17,50	18,24	18,36	16,07	17,54 ^b
S1 (zeolit)	19,49	17,84	17,32	15,63	17,57 ^b
S2 (abu sekam)	21,71	21,27	19,03	18,10	20,03 ^a
Rata-rata	19,56	19,12	18,24	16,60	
---- Pengamatan indeks klorofil fase generatif (CCI) ---					
S0 (kontrol)	23,41	23,14	19,93	19,21	21,42
S1 (zeolit)	23,89	22,74	23,69	20,29	22,65
S2 (abu sekam)	23,50	22,82	19,90	17,61	20,95
Rata-Rata	23,60 ^a	22,90 ^{ab}	21,17 ^{bc}	19,03 ^c	

Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

(2011) menyatakan bahwa klorofil memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis yaitu memanfaatkan cahaya matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan dalam fotosintesis akan diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat, dan molekul organik lainnya.

Perlakuan interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap indeks klorofil fase generatif tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap indeks klorofil fase vegetatif. Indeks klorofil daun pada perlakuan interval penyiraman 3 hari sekali menunjukkan hasil yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan interval penyiraman 6, 9 dan 12 hari sekali. Interval penyiraman 6 hari sekali dapat menurunkan indeks klorofil sebesar 2,9 %. Interval penyiraman 9 hari sekali menurunkan indeks klorofil sebesar 10,29 %. Interval penyiraman 12 hari sekali menurunkan indeks klorofil sebesar 19,36 %. Air sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Selain air, klorofil juga sangat penting bagi proses fotosintesis. Apabila tanaman tersebut kekurangan air maka klorofil juga akan rendah. Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan jaringan daun dan perangkat fotosintesis, degradasi kloroplas dan hambatan sintesis klorofil. Menurut Hassanzadeh *et al.* (2013) Kekurangan air dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan membran sel daun. Hal tersebut sesuai dengan

pendapat Banyo *et al.* (2013) menyatakan bahwa tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan gejala seperti daun menggulung atau mengering. Gejala tersebut menunjukkan bahwa daun tidak dapat menyerap unsur hara dan terhambatnya pembentukan klorofil daun.

Jumlah Anakan

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman terhadap jumlah anakan dan jumlah anakan produktif. Terdapat pengaruh nyata pada perlakuan interval penyiraman terhadap jumlah anakan dan jumlah anakan produktif, tetapi pada perlakuan pupuk silika tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan dan jumlah anakan produktif (Tabel 6).

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan jenis pupuk silika tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan. Hal ini diduga saat masa vegetatif tanaman hasil fotosintesis tidak meningkatkan jumlah anakan tetapi menambah tinggi tanaman. Karena jumlah anakan dan tinggi tanaman bertolak belakang. Apabila jumlah anakan tinggi maka tinggi tanaman akan rendah, begitupun sebaliknya. Hasil fotosintesis yang diedarkan tanaman lebih ke tinggi tanaman daripada ke pembentukan anakan. Menurut Rahayu (2012) menyatakan bahwa karakter

Tabel 6. Pengamatan Jumlah Anakan dan Jumlah Anakan Produktif

Pupuk Silika	Interval Penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
----- jumlah anakan -----					
S0 (kontrol)	12,00	8,67	8,67	9,00	9,58
S1 (zeolit)	11,67	11,33	9,00	6,67	9,66
S2 (abu sekam)	9,33	9,33	9,00	8,33	8,99
Rata-rata	11 ^a	9,77 ^{ab}	8,89 ^{bc}	8 ^c	
----- jumlah anakan produktif (malai) -----					
S0 (kontrol)	8,33	6,33	6,33	3,67	6,16
S1 (zeolit)	10,0	8,33	6,67	4,00	7,25
S2 (abu sekam)	9,33	8,33	6,33	5,33	7,33
Rata-Rata	9,22 ^a	7,66 ^{ab}	6,44 ^{bc}	4,33 ^d	

Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

morfologi pada tinggi tanaman bertolak belakang dengan morfologi yang lain. Tanaman yang tinggi cenderung menurunkan jumlah anakan, total luas daun, total panjang akar dan bobot kering akar. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman membagi fotosintat ke bagian-bagian tanaman dengan memberikan jumlah yang tinggi ke organ tertentu tapi lebih rendah ke organ yang lain.

Interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan dan jumlah anakan produktif. Pada parameter jumlah anakan interval penyiraman 6 hari dapat menurunkan jumlah anakan sebesar 11%, penyiraman 9 hari sekali dapat menurunkan jumlah anakan sebesar 19 % dan interval penyiraman 12 hari sekali menurunkan anakan sebesar 27 %. Pada parameter jumlah anakan produktif interval penyiraman 6 hari sekali menurunkan anakan produktif sebesar 16,6 %, interval penyiraman 9 hari sekali menurunkan anakan produktif sebesar 30 % dan interval penyiraman 12 hari sekali menurunkan anakan produktif sebesar 52 %. Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan dari total anakan yang menjadi anakan produktif (malai), rata-rata penurunannya sebesar 16%. Tanaman padi membutuhkan air yang cukup pada semua fase pertumbuhannya. Cekaman kekeringan yang terjadi pada fase pertumbuhan menyebabkan penurunan jumlah anakan, karena air yang tersedia tidak cukup untuk memenuhi kebutuhannya. Menurut Sari *et al.* (2017) menyatakan bahwa

kebutuhan air padi gogo meningkat dari fase vegetatif sampai generatif dan kemampuan akar tanaman padi gogo dalam menyerap hara juga meningkat. Menurut Kurniasih (2008) jumlah anakan akan meningkat apabila tanaman memiliki ketersediaan air yang cukup untuk tumbuh. Jumlah anakan mengalami penurunan seiring peningkatan frekuensi penyiraman, frekuensi penyiraman 6 hari sekali telah menurunkan jumlah anakan. Keadaan cekaman mempengaruhi metabolisme dalam jaringan tanaman sehingga menghambat pertumbuhan, salah satunya adalah pembentukan anakan.

Jumlah Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap jumlah biji. Terdapat pengaruh nyata perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman terhadap parameter jumlah biji (Tabel 7).

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman 3, 6, 9 dan 12 hari sekali. Jumlah biji tertinggi dihasilkan dari perlakuan abu sekam yang disiram 3 hari sekali. Sedangkan jumlah biji terendah dihasilkan dari perlakuan kontrol yang disiram 12 hari sekali. Pada interval penyiraman 6 hari dapat dilihat perbedaan yang sangat nyata antara kontrol, zeolit dan abu sekam (Tabel 7).

Tabel 7. Pengamatan Jumlah Biji

Pupuk Silika	Interval Penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K3 (9 hari)	K4 (12 hari)	
S0 (kontrol)	881,6 ^b	555,6 ^c	413,0 ^f	229,0 ^h	519,8 ^a
S1 (zeolit)	913,0 ^b	762,6 ^d	401,6 ^f	307,0 ^g	596,0 ^b
S2 (abu sekam)	975,6 ^a	833,6 ^c	519,3 ^e	319,3 ^g	662,0 ^c
Rata-Rata	923,4 ^a	717,3 ^b	444,6 ^c	285,1 ^d	

- Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)
- Superskrip yang berbeda pada matrik interaksi menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Abu sekam dapat meningkatkan jumlah biji sebesar 50 % dan penambahan zeolit dapat meningkatkan jumlah biji sebesar 37,2 % pada interval penyiraman 6 hari sekali. Pupuk silika berguna dalam membantu tanaman memperoleh hara yang dibutuhkan tanaman seperti unsur P yang di butuhkan tanaman saat memasuki masa generatif. Balai Penelitian Tanah (2010) menyatakan bahwa silika berperan untuk meningkatkan P dalam tanah, ketersediaan P di pengaruhi oleh konsentrasi Fe dan Mn. Ketersediaan P dalam tanaman akan berkurang bila konsentrasi Fe dan Mn tinggi. Fungsi Si adalah menekan Fe dan Mn sehingga ketersediaan P dapat meningkat. Menurut Aisyah *et al.* (2010) unsur fosfor (P) merupakan unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Unsur P berfungsi untuk mendorong pertumbuhan akar, memicu pembungaan dan pematangan buah terutama dalam kondisi suboptimal.

Fase pengisian biji merupakan fase yang paling kritis tanaman dalam membutuhkan air, jika dalam fase tersebut air yang tersedia kurang, maka produksi padi menurun. Interval penyiraman 6 hari sekali dapat menurunkan jumlah biji sebesar 22,3 %. Interval penyiraman 9 hari sekali dapat menurunkan jumlah biji sebesar 51 %. Interval penyiraman 12 hari sekali mampu menurunkan produksi padi sebesar 69 %, dalam kurun waktu 12 hari tersebut air yang tersedia tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman untuk pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Munawaroh *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa interval penyiraman setiap 3 hari sekali produksi padi paling baik sedangkan penyiraman 12 hari sekali tidak menghasilkan produksi karena saat pengisian gabah mengalami kekeringan. Menurut

Mawardi *et al.* (2016) menyatakan bahwa jumlah gabah per rumpun ditentukan oleh ketersediaan air pada saat fase pembungaan. Air yang tidak tersedia dapat mengakibatkan besarnya kegagalan proses penyerbukan dikarenakan banyaknya polen yang mandul.

Bobot Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk silika dengan interval penyiraman terhadap parameter bobot biji. Terdapat pengaruh nyata perlakuan pupuk silika dan interval penyiraman terhadap parameter bobot biji. (Tabel 8)

Berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk silika berpengaruh nyata terhadap parameter bobot biji. Perlakuan abu sekam berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan zeolit. Perlakuan zeolit menambah bobot biji sebesar 17,6 % Perlakuan yang paling baik ditunjukkan oleh abu sekam. Penambahan pada tanaman padi terbukti menambah bobot biji sebesar 127%. Hal tersebut dikarenakan di dalam abu sekam yang berperan untuk membantu mengoptimalkan daun dalam menyerap sinar matahari, sehingga hasil fotosintesis dapat diedarkan ke seluruh bagian tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Amrullah (2014) yang menyatakan bahwa kemampuan tanaman dalam meningkatkan penyerapan sinar matahari dan kandungan klorofil masih tinggi dapat meningkatkan produksi gabah yang tinggi. Menurut Yohana *et al.* (2013) bahwa pemberian silika dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi yaitu pada parameter jumlah anakan dan bobot biji.

Tabel 8. Pengamatan Bobot Biji

Pupuk Silika	Interval Penyiraman				Rata-rata
	K1 (3 hari)	K2 (6 hari)	K2 (9 hari)	K3 (12 hari)	
	----- gr -----				
S0 (kontrol)	20,43	9,83	4,67	3,03	9,49 ^b
S1 (zeolit)	25,70	5,97	6,80	6,50	11,24 ^{ab}
S2 (abu sekam)	26,97	11,80	6,47	7,53	13,19 ^a
Rata-rata	24,36 ^a	9,2 ^b	5,98 ^c	5,68 ^c	

Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan uji *Duncan* membuktikan bahwa perlakuan interval penyiraman berpengaruh nyata terhadap bobot biji padi. Interval penyiraman 3 hari sekali berbeda nyata dengan 6 hari dan 9 hari. Interval penyiraman 9 hari tidak berbeda nyata dengan interval penyiraman 12 hari sekali. Interval penyiraman 6 hari sekali mampu menurunkan bobot biji sebesar 62,2 %. Interval penyiraman 9 hari dapat menurunkan bobot biji sebesar 75,5 % dan interval penyiraman 12 hari sekali mampu menurunkan bobot biji sebesar 76,7 %. Semakin sering tanaman padi disiram maka ketersediaan air melimpah dan tanaman tidak kekurangan air. Air sangat dibutuhkan tanaman padi untuk fase-fase pertumbuhannya, terutama saat pengisian biji, apabila tanaman memasuki fase pengisian biji dan kekurangan air, maka produksi biji akan terganggu. Interval penyiraman 9 hari dan 12 hari menghasilkan biji yang rendah dan bobot biji juga rendah karena saat pengisian biji tanaman tersebut kekurangan air sehingga banyak biji yang tidak terisi atau kopong. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Munawaroh *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa interval penyiraman setiap 3 hari sekali produksi padi paling baik sedangkan penyiraman 12 hari sekali tidak menghasilkan produksi karena saat pengisian gabah mengalami kekeringan. Menurut Rahman *et al.* (2002) cekaman kekeringan berpengaruh terhadap tinggi tanaman, saat pembungaan dan saat pengisian biji.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah interval penyiraman 6, 9 dan 12 hari sekali menurunkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah

anakan, jumlah anakan produktif, indeks klorofil, jumlah biji, bobot biji, laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan relatif tanaman. Pemberian pupuk silika berbeda nyata pada parameter tinggi tanaman pada fase awal pertumbuhan, jumlah biji, indeks klorofil fase vegetatif, laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST dan laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14-30 HST. Interaksi antara pupuk silika dan interval penyiraman berpengaruh terhadap jumlah biji, laju pertumbuhan tanaman umur 14-30 HST dan laju pertumbuhan relatif tanaman umur 14-30 HST.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro, S. A., R. Qureshi, F.M. Soomro, A. A. Mirbahar and G. S. jakhar. 2009. Effects of silicon levels on growth and yield of wheat in silty loam soil. *Pakistan journal of botany*. 41 (3) : 1385 – 1390.
- Ahmad S.T. and R. Haddad. 2011. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. *J. of Gen and Plant Breed*, 47: 17–27.
- Amrullah, D. Sopandie, Sugianta, dan A. Junaedi. 2014. Peningkatan produktivitas tanaman padi (*Oryza stiva* L.) melalui pemberian nanosilika. *J. Pangan*. 23 (1) : 17 - 32
- Ai, N. S., S. M. Tondais dan R. Butarbutar. 2010. Evaluasi indikator toleransi cekaman kekeringan pada fase perkecambahan padi (*Oryza sativa* L.). *J. Biologi*, 77 (1) : 50-54.

- Aisyah, D., A.D. Suyono dan A. Citraesmani. 2010. Komposisi kandungan fosfor pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) berasal dari pupuk P dan bahan organik. J. Ilmu Hayati dan Fisik. 12 (3) : 126 – 135.
- Balai Penelitian Tanah. 2010. Mengenal silika sebagai unsur hara. warta penelitian dan pengembangan pangan. 32 (3) : 19-20
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. Kependudukan. <https://bps.go.id>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2018
- Banyo, Y.E., N.S.Ai, P. Siahaan dan A.M. Tangapo. 2013. Konsentrasi klorofil daun pada padi saat kekurangan air yang diinduksikan dengan polietilen glikol. J. Ilmiah Sains 13 (1) : 1-8.
- Budiasih, H.J. 2009. Respon tanaman padi gogo terhadap cekaman kekeringan. *Ganec Swara*, 3(3) : 22 -27
- Danapriatna, N. 2010. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap serapan nitrogen dan pertumbuhan tanaman. *Region*. 2 (4) : 34 - 45.
- Hassanzadeh, M., A. Ebadi, M. P. Kivi, A. G. Eshghi. S. J. Somarin, M. Saedi and Z. Mahmoodabad. 2009. Evaluation of drought stchlorophyll content ress on relative water content and of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes at early flowering stage. *Research J. of Environmental Sci.*, 3 (3):345-350
- Kristanto, B. A. 2016. Tanggapan sorgum manis (*sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap cekaman kekeringan dan pemupukan silika. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (Disertasi Doktor Pertanian). Tidak dipublikasikan
- Kurniasih, Taryono dan Toekidjo. 2008. Keragaman beberapa varietas padi (*Oryza spp*) pada kondisi cekaman kekeringan dan salinitas. J. Ilmu Pertanian. 15 (1) : 49 – 58.
- Makarim, A. K., E. Suhartatik dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon : Hara penting pada sistem produksi padi. *J. Iptek T. Pang*, 2 (2) : 195 – 204.
- Maisura, M. A. Chozin, I. Lubis, A. Junaedi dan H. Ehara. 2015. Laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif varietas padi toleran kekeringan pada sistem sawah. *J. Agrium*. 12 (1) : 10 – 15.
- Munawaroh, L., E. Sulistyono dan I. Lubis. 2016. Karakter morfologi dan fisiologi yang berkaitan dengan efisiensi pemakaian air pada beberapa varietas padi gogo. *J. Agron. Indonesia* 44 (1) : 1 – 7
- Mungara, E., D. Indradewa dan R. Rogomulyo. 2013. Analisis pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) pada sistem pertanian konvensional, transisi organik dan organik. *Vegetalika*. 2 (3) : 1 - 12
- Mawardi, C.N. Ichsan dan Syamsuddin. 2016. Pertumbuhan dan hasil beberapa varietas tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada tingkat kondisi kekeringan. *J. Ilmiah*. 1(1) : 176 – 187.
- Prasetyo, T. B., I. Darfis, dan R. Fitri. 2008. Pengaruh pemberian abu sekam sebagai sumber silika (Si) bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *J. Solum* 5(1) : 43 – 49
- Prawira, R.A., Agustiansyah, Y. Ginting dan Y. Nurmiaty. 2014. Pengaruh aplikasi silika dan boron terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *J. Agrotek Tropika*. 2 (2) : 282 - 288
- Putri, F. M., S.W.A.Suedy dan S. Darmanti. 2017. Pengaruh pupuk silika terhadap jumlah stomata, kandungan klorofil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa* L. cv. Japonica). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(1) : 72 – 79
- Purwono dan H. Purnamawati. 2007. Buidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar

Swadaya, Jakarta.

- Rachmawati, D., N.L.G.M. Monica dan U. Masrurah. 2018. Potensi abu sekam padi untuk meningkatkan ketahanan oksidatif non enzimatis dan produksi padi merah pada cekaman kekeringan. *J. Agron.* 46 (1) : 24 – 32.
- Rahayu, A. Y. 2012. Toleransi kekeringan beberapa padi gogo unggul nasional terhadap ketersediaan air yang terbatas. *J. Agroland.* 19 (1) : 1 – 9.
- Rahayu, A. Y., T.A.D. Haryanto dan S.N. Iftitah. 2016. Pertumbuhan dan hasil padi gogo hubungannya dengan kandungan prolin dan 2-acetyl-1-pyrroline pada kondisi kadar air tanah berbeda. *J. Kultivar* 15 (3) : 226 – 231
- Rahman, M.T., M.T. Islam dan M.O. Islam. 2002. Effect of Water stres at different growth stages on yield and yield contributing characters of transplanted aman rice. *Pak. J. Biol. Sci.* 5(2) : 169 - 172
- Sari, N.Y., A. Ete dan U. Made. 2017. Respon pertumbuhan padi gogo lokal yang diberi bahan organik pada berbagai kondisi ketersediaan air. *J. Agrotekbis.* 5 (1) : 53 – 57.
- Sukirman, H., Adiwirman, Sofianti, S. 2010. Respon tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap stres air dan inokulasi mikrosa. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Bogor.
- Sulistiyono. 2005. Defisit evapotranspirasi sebagai indikator kekurangan air pada padi gogo (*Oryza sativa* L.) *Bul. Agron.* 33 (1) : 6 -11.
- Supriyanto, B. 2013. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo lokal kultivar jambu (*oryza sativa* linn). *J. Agri.*, 12 (1) : 77 – 82.
- Yohana, O., H. Hanum 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.). *J. Agro.* 1 (4) : 1444 – 1452.