

Pengaruh Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Silika dan Cekaman Air terhadap Tanaman Kedelai

The Effect of Liquid Organic Fertilizers with The Addition of Silica and Water Stress on Soybean Plants

Ismi Aziza*, Yuni Sri Rahayu, Sari Kusuma Dewi

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

* e-mail: ismi.17030244042@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. *Azolla* dan air cucian beras merupakan bahan alami dengan kandungan hara NPK tinggi dan banyak digunakan dalam pupuk organik cair (POC). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar unsur hara NPK serta mengetahui konsentrasi optimal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai pada kondisi tercekam air. Penelitian ini terbagi dua tahapan yakni tahap I penelitian deskriptif dan tahap II penelitian eksperimental. Tahap I proses pembuatan POC dan pengujian kandungan unsur hara NPK, sedangkan tahap II pengujian POC terhadap pertumbuhan kedelai. Rancangan penelitian berupa Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor yaitu konsentrasi POC dan tingkat cekaman air. Data dianalisis dengan *Two Way ANOVA* lalu dilanjutkan pada uji Duncan. POC memiliki kandungan hara nitrogen 0,006%, fosfor 0,01%, kalium 0,0003% dan rasio C/N 28. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara konsentrasi POC dan tingkat cekaman air berpengaruh signifikan terhadap panjang akar, kadar air relatif daun dan kerapatan stomata, sedangkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah tanaman tidak berpengaruh signifikan. Konsentrasi POC terbaik yang direkomendasikan yakni 15 ml POC + 0,85 g silika dengan tingkat kapasitas lapang 75%.

Kata kunci: air cucian beras; *azolla*; hara NPK; pertumbuhan tanaman kedelai

Abstract. *Azolla* and rice washing water are natural ingredients with high NPK nutrient content and are widely used in liquid organic fertilizers (POC). The purpose of this study was to determine the nutrient content of NPK POC and to determine the optimal concentration that affects the growth of soybean plants under water stress. This research is divided into two stages, namely stage I descriptive research and stage II experimental research. The first stage is the process of making POC and testing the nutrient content of NPK, while the second stage is testing the POC on soybean growth. The research design was a randomized block design (RAK) with two factors, namely the concentration of POC and the level of water stress. % and 25%). The data were analyzed using *Two Way ANOVA* and then continued with the Duncan test. POC has a nutrient content of 0.006% nitrogen, 0.01% phosphorus, 0.0003% potassium and a C / N ratio of 28. The results showed that the interaction between POC concentration and water stress level had a significant effect on root length, leaf relative moisture content and stomata density. , while the parameters of plant height, number of leaves and plant wet weight did not have a significant effect. The best recommended concentration of POC is 15 ml of POC + 0.85 g of silica with a field capacity level of 75%.

Key words: rice washing water; *azolla*; nutrient NPK; the growth of *anjasmoro* soybean plants

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kawasan lahan kering yang luas dan berpotensi dimanfaatkan dalam mengembangkan sektor pertanian. Terdapat 53 juta hektar lahan kering atau sekitar 28,67% dari keseluruhan luas wilayah Indonesia (BBSDLP, 2020). Lahan kering menjadi aset bagi Indonesia dalam rangka swasembada pangan dan target Indonesia menjadi lumbung pangan dunia 2045. Lahan kering termasuk kedalam lahan marginal yang memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman (Supriyanto, 2013). Beberapa pengaruh tersebut antara lain penghambatan penyerapan nutrisi, mengganggu proses pembelahan sel, menurunkan sistem kerja enzim dan inisiasi menutupnya stomata. Dampak tersebut dapat menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Interaksi antara berbagai faktor lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas tanaman (Suciantini, 2015). Iklim/cuaca merupakan salah satu faktor lingkungan yang mampu mengontrol kemampuan tanaman dalam menghadapi perubahan iklim. Perubahan pola iklim yang berpotensi menimbulkan bencana kekeringan dapat menjadi ancaman serius terhadap pengembangan pertanian di masa mendatang. Di lahan yang kering, tanaman seringkali mendapat berbagai tekanan (*stress*) yang disebabkan karena berkurangnya kadar air dalam tanah, kekahatan unsur hara, serta munculnya berbagai macam penyakit dan gulma. Alternatif lain yang dapat dilakukan oleh petani dalam meningkatkan produktivitas lahan kering adalah penggunaan pupuk organik cair (POC). POC memiliki keunggulan salah satunya mudah diserap oleh tumbuhan dibandingkan dengan pupuk organik padat. Selain mudah diserap oleh tumbuhan, proses pembuatan yang relatif cepat dan mudahnya pengaplikasian POC menjadikan POC lebih unggul daripada pupuk organik padat.

Dari berbagai macam unsur yang dibutuhkan tanaman, nitrogen, fosfor dan kalium menjadi tiga unsur terpenting. *Azolla* merupakan jenis tanaman paku air yang banyak digunakan sebagai pakan alami. Di alam, tanaman ini sangat melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. *Azolla* tumbuh di permukaan air dan mampu melakukan fiksasi nitrogen bebas melalui simbiosis dengan *Cyanobacteria* (Surdina, 2016). Tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai alternatif pakan ikan air tawar karena biaya yang terjangkau. Putri *et al.* (2013) melaporkan bahwa *Azolla* mengandung 3,91% nitrogen, 0,30% fosfor, 0,65% kalium, C/N rasio 6 dan bahan organik sebesar 39,905.

Selain itu, bahan organik lain yang juga berpotensi sebagai pupuk organik adalah air hasil cucian beras yang termasuk ke dalam limbah rumah tangga dan jarang dimanfaatkan. Air cucian beras mengandung N 0,015%, P 16,306%, K 0,02%, Ca 2,944%, Mg 14,252%, S 0,027%, Fe 0,0427% dan B1 0,043% (Wulandari *et al.*, 2011). Selain kedua bahan organik diatas, Silika dianggap sebagai mikronutrien yang memberikan berbagai manfaat bagi pertumbuhan tanaman terutama di bawah kondisi *stress* (Zargar *et al.*, 2012). Salah satu penelitian menyebutkan bahwa pemberian silika dalam dosis yang cukup dapat meningkatkan hasil produksi dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi kekeringan dan berbagai serangan hama penyakit (Vasanthi *et al.*, 2013).

Dalam penelitian ini, diharapkan bahwa dengan adanya kombinasi antara *Azolla*, air cucian beras dan silika dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang mengalami kondisi cekaman air. Subedi dan Shrestha (2015) menambahkan jika POC *Azolla* mampu menyuburkan tanah sehingga menyebabkan produktivitas padi meningkat dalam waktu lama. Hal ini dikarenakan *Azolla* melakukan pengikatan N₂ bebas sehingga kandungan hara di dalam tanah mengalami peningkatan. *Azolla* juga diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman selada (Dita dan Koesriharti, 2020). Selain itu, Wardiah *et al.* (2014) melaporkan bahwa air cucian beras memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman pakchoy (*Brassica rapa* L.). Berdasarkan penelitian tersebut maka diharapkan POC *Azolla* dan air cucian beras dengan penambahan silika mampu memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai var. Anjasmoro yang mengalami cekaman air.

Anjasmoro merupakan kedelai varietas unggul yang memiliki kemampuan untuk beradaptasi di agroekosistem berbagai jenis lahan salah satunya lahan kering. Kedelai Anjasmoro memberikan daya hasil sebesar 2,03- 2,25 t/ha, ketahanan tinggi terhadap berbagai penyakit dan potensi rebah (Mahdianoor *et al.*, 2017). Hasil penelitian Marliah (2012) menyatakan bahwa varietas Anjasmoro dan varietas Grobogan mampu memproduksi tanaman dengan tinggi dan bobot kering biji yang lebih besar daripada varietas Kipas Merah.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini terbagi atas dua tahap yakni tahap I untuk mengetahui kadar unsur hara NPK dari POC berbahan baku *Azolla* dan air cucian beras serta tahap II untuk menentukan dosis POC paling optimal terhadap pertumbuhan tanaman kedelai var. Anjasmoro pada kondisi tercekam air.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dimulai pada bulan November 2020 - Februari 2021 di areal pertanian Desa Tlogoagung, Kec. Kembangbahu, Kab. Lamongan. Penelitian ini menggunakan dua tahap penelitian. Tahap I penelitian deskriptif meliputi pembuatan POC dan pengujian kandungan hara NPK POC. Tahap II penelitian eksperimental meliputi pengujian POC terhadap pertumbuhan tanaman kedelai var. Anjasmoro pada kondisi tercekam air. Rancangan penelitian berupa Rancangan Acak Kelompok (RAK). Hal ini disebabkan karena lingkungan tersebut bersifat heterogen. Perlakuan terdiri dari 2 faktor yakni konsentrasi POC [A0 (POC tanpa Si), A1 (POC 5 ml + Si), A2 (POC 10 ml + Si) dan A3 (POC 15 ml + Si)] dan tingkat cekaman air (yakni kapasitas lapang B1 (25%), B2 (50%) dan B3 (25%)].

Prosedur penelitian terbagi menjadi dua tahapan yakni tahapan I proses pembuatan POC yang dimulai dari persiapan bahan baku berupa tanaman *Azolla* sebanyak 2 kg yang sudah dikeringanginkan. *Azolla* diperoleh dari area pertambakan di daerah Lamongan. Setelah itu menyiapkan air hasil cucian beras sebanyak 2 liter. Air hasil cucian beras diperoleh dari warung makan di daerah Kembangbahu, Lamongan. Gula merah ditimbang sebanyak 150 g dan larutan EM4 sebanyak 200 ml. Setelah itu semua bahan dimasukkan ke dalam bak penampungan/jurigen dan ditutup rapat. Lalu difermentasi selama 30 hari.

Tahap II yakni aplikasi POC terhadap tanaman kedelai var. Anjasmoro. Kedelai var. Anjasmoro didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi (BALITKABI) Malang. Kegiatan ini dimulai dengan menyiapkan media tanam berupa tanah. Selanjutnya tanah tersebut dilubangi 1-2 cm dengan pelubang tanah. Biji kedelai ditanam pada lubang yang telah dibuat lalu ditutup menggunakan tanah secara tipis. *Polybag* ditempatkan sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Selanjutnya diberikan perlakuan POC dengan menyiramkannya di sekitar batang tanaman sebanyak 75 ml/*polybag* (Arinong dan Chrispen, 2011). Setelah itu dilakukan proses pemeliharaan tanaman untuk menghindari dari gulma dan berbagai hama penyakit. Setelah tanaman kedelai mencapai usia 21 hari maka dapat dilakukan perlakuan tingkat pemberian air berdasarkan kapasitas lapang yang telah ditentukan.

Pada penelitian tahap I didapatkan hasil berupa kadar hara NPK dan rasio C/N pada POC *Azolla* dan air cucian beras yang telah dianalisis. Hasil analisis tersebut telah diujikan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya (BARISTAND). Pada tahap II diperoleh data morfologi tanaman berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah tanaman, kerapatan stomata dan kadar air relatif daun. Tinggi tanaman dan jumlah daun dihitung pada saat kedelai berusia 2-5 MST, sedangkan panjang akar, berat basah tanaman, dan kadar air relatif daun dihitung pada saat kedelai berusia 8 MST. Selain itu didapatkan data anatomi tanaman berupa kerapatan stomata yang dihitung pada usia 7 MST menggunakan sampel daun ketiga hingga kelima (Yang *et al.*, 2014). Data kadar unsur hara yang diperoleh pada tahap I dijelaskan secara deskriptif. Namun hasil tahap II dianalisis menggunakan *Two Way Anova* dan diteruskan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan perlakuan konsentrasi POC dan tingkat cekaman air yang berbeda terhadap respon anatomi dan morfologi tanaman kedelai var. Anjasmoro dan menentukan konsentrasi POC yang paling optimal terhadap parameter tumbuh kedelai var. Anjasmoro.

HASIL

Berdasarkan hasil uji diperoleh kadar unsur hara NPK dan nilai C/N rasio pada POC *Azolla* dan air cucian beras secara berurutan yaitu N 0,006%, P 0,01%, K 0,0003% dan C/N rasio 28 termasuk tinggi (Tabel 1). Tingginya kadar C/N rasio mengindikasikan bahwa kandungan karbon di dalam POC masih tinggi sedangkan kandungan nitrogen rendah (Rahmawati *et al.*, 2019).

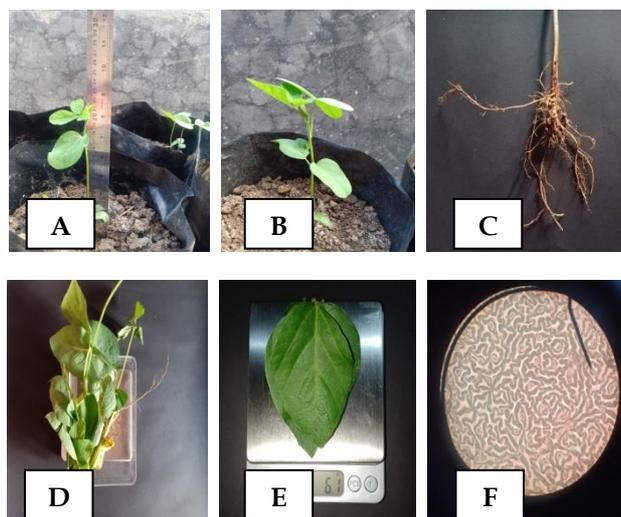
Hasil analisis data penelitian Tahap II, interaksi diantara konsentrasi POC dan tingkat cekaman air memberikan pengaruh yang signifikan pada parameter panjang akar, kerapatan stomata dan kadar air relatif daun ($\text{sig} < 0,05$). Namun, interaksi antara konsentrasi POC dengan tingkat cekaman air tidak berpengaruh signifikan untuk parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah tanaman ($\text{sig} > 0,05$).

Adapun berikut hasil analisis ragam yang diperoleh berdasarkan pengaplikasian POC dengan penambahan silika dan perbedaan tingkat cekaman air terhadap beberapa parameter tumbuh tanaman kedelai var. Anjasmoro yang ditampilkan di Gambar 1.

Tabel 1. Kandungan unsur hara NPK dan C/N rasio dalam 600 ml POC *Azolla* dan Air Cucian Beras

No.	Parameter Uji	Hasil uji	Kriteria*
1.	Nitrogen (%)	0,006	Sangat rendah
2.	Phospat (%)	0,01	Sangat rendah
3.	Kalium (%)	0,0003	Sangat rendah
4.	Karbon (%)	0,17	Sangat rendah
5.	Rasio C/N	28	Sangat tinggi

*Berdasarkan kriteria Standar SNI pupuk organik



Gambar 2. Pengamatan Penelitian (Dokumentasi pribadi, 2021) Keterangan: a) pengukuran tinggi tanaman, b) perhitungan jumlah daun, c) pengukuran panjang akar, d) penimbangan berat basah tanaman, e) pengukuran kadar air relatif daun, f) kerapatan stomata

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tahap I diperoleh hasil bahwa POC berbahan baku *Azolla* dan air cucian beras mengandung NPK dan rasio C/N secara berturut-turut yaitu nitrogen 0,006% (<0,40%), fosfor 0,01% (<0,10%), kalium 0,0003% (<0,20%) dan C/N rasio 28 termasuk tinggi (**Tabel 1**). Nilai rasio C/N didapatkan dari kandungan unsur hara karbon (C) yang dibandingkan dengan unsur hara nitrogen (N) yang terkandung dalam bahan organik. Tingginya nilai C/N rasio pada POC mengindikasikan bahwa kandungan karbon di dalam substrat masih tinggi karena belum terkonversi secara sempurna dan tidak diimbangi dengan peningkatan kandungan nitrogen (Rahmawati *et al.*, 2018). Pada tahap ini, unsur nitrogen pada POC digunakan mikroorganisme untuk pertumbuhannya terutama dalam memelihara dan pembentukan sel tubuhnya dan mikroorganisme belum optimal memineralsasikan bahan organik yang ada dalam pembuatan POC. Hal ini yang mengakibatkan kadar nitrogen dalam POC semakin berkurang.

Pupuk yang memiliki kadar C/N rasio tinggi jika diaplikasikan ke tanaman dapat memberikan dampak yang buruk karena terjadi kompetisi hara antara tanaman dan mikroba sehingga tanaman akan kekurangan unsur hara (Darmawati, 2015). Sebaliknya, apabila nilai C/N rasio pada POC rendah akan mengakibatkan kandungan nitrogen yang ada didalamnya meningkat. Hal ini dikarenakan proses mineralisasi oleh mikroorganisme mengakibatkan karbon terlepas atau menguap ke udara menjadi CO₂ sehingga kadar N akan meningkat. Tanaman membutuhkan pasokan N yang tinggi dalam proses pertumbuhan akar, batang dan daun. Pada awal pertumbuhan suplai hara N mampu meningkatkan ketahanan terhadap cekaman air (Bachtiar *et al.*, 2016).

Kedelai var. Anjasmoro termasuk kedelai varietas unggul dan resisten terhadap serangan hama maupun penyakit tanaman. Kedelai var. Anjasmoro tumbuh optimal di tanah gembur dengan kadar air yang cukup dan cenderung lembab, curah hujan 100-200 mm, suhu 25-27°C, dan pH 6-6,8. Selain faktor lingkungan, kandungan hara NPK berperan dalam optimalisasi pertumbuhan dan produktivitas kedelai. Unsur N diperlukan tanaman dalam sintesis protein, lemak, enzim dan senyawa lainnya dalam pembentukan struktur klorofil serta percepatan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif. Fosfor (P) diperlukan tanaman dalam sintesis protein dan mineral yang berperan dalam inisiasi pertumbuhan generatif tanaman serta memacu pemasakan buah dan meningkatkan kualitas biji. Sedangkan kalium (K) diperlukan dalam proses fotosintesis yang berpengaruh meningkatkan pertumbuhan tanaman dan luas daun (Yusuf *et al.*, 2017).

Kedelai var. Anjasmoro sensitif terhadap pengaruh cekaman air pada fase generatif, inisiasi biji dan masa pengisian polong. Secara genetik, tanaman kedelai memiliki ketahanan terhadap cekaman kekeringan yang berbeda pada setiap varietasnya. Saputra *et al.* (2015), kerugian hasil panen kedelai karena cekaman kekeringan dipengaruhi oleh faktor varietas, lamanya cekaman dan stadia tumbuh. Penggunaan varietas yang adaptif dan toleran terhadap karakteristik lahan kering dapat menjadi alternatif pengembangan dan peningkatan budidaya pertanian kedelai serta mengoptimalkan hasil produksi tanaman kedelai.

Hasil analisis keragaman data pada penelitian tahap II menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi POC dan tingkat cekaman air tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan pada pertumbuhan tanaman kedelai yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman, sedangkan interaksi antara konsentrasi POC dan tingkat cekaman air berpengaruh secara signifikan terhadap ketahanan tanaman (panjang akar, kadar air relatif daun dan kerapatan stomata). Kadar unsur hara sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Peningkatan pertumbuhan tanaman sejalan dengan pemberian unsur hara secara optimal. Selanjutnya, untuk mempertahankan ketahanan tanaman dalam kondisi cekaman air, tanaman melakukan suatu adaptasi salah satunya dengan mengembangkan sistem perakaran. Sistem perakaran yang berkembang baik menyebabkan penurunan pertumbuhan tajuk. Tanaman dengan karakteristik pertumbuhan tersebut memiliki ketahanan yang baik terhadap cekaman air.

Data menunjukkan bahwa konsentrasi POC dan tingkat cekaman air berpengaruh secara nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Konsentrasi POC 15 ml + Si dengan tingkat cekaman air 75% memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 1a). Namun penambahan tinggi pada tanaman ini tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan kedelai var. Anjasmoro karena rendahnya kadar hara NPK POC sehingga tidak mencukupi untuk peningkatan tinggi tanaman. Dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman secara vegetatif maupun generatif diperlukan adanya penambahan hara makro dan mikro.

Ketersediaan unsur hara nitrogen dalam tanaman disebabkan karena aktivitas mikroorganisme dalam meningkatkan kandungan klorofil dalam daun sehingga terjadi peningkatan laju fotosintesis dan peningkatan jumlah asimilat. Di dalam tanaman, fosfor (P) juga memiliki peranan penting dalam mekanisme fisiologi seperti metabolisme senyawa karbohidrat dan reaksi fotosintesis dengan membentuk inti sel dan membagi hasil senyawa fotosintesis ke seluruh bagian tanaman salah satunya organ reproduksi. Namun berbeda halnya jika terjadi defisiensi unsur hara. Defisiensi hara nitrogen dapat mengganggu pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Saputra *et al.*, 2018). Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman salah satunya pasokan air di dalam tanah. Grafik diatas menunjukkan bahwa tingkat cekaman air secara umum menurunkan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah tanaman (Gambar 1). Air berperan penting dalam penyusunan jaringan meristem, menjaga turgiditas sel (Manurung *et al.*, 2019).

Hasil analisis menunjukkan bahwa POC 15 ml + Si dengan tingkat cekaman 25% memberikan hasil tertinggi tetapi tidak signifikan terhadap parameter jumlah daun (Gambar 1b). Jumlah daun berhubungan erat terhadap tinggi tanaman. Pertambahan tinggi tanaman dapat meningkatkan jumlah daun secara langsung. Waskito *et al.* (2017) melaporkan bahwa peningkatan tinggi tanaman selalu diikuti dengan pertambahan jumlah tangkai daun. Terdapat kesesuaian antara pernyataan tersebut dengan penelitian ini dimana tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berpengaruh signifikan akibat kandungan POC rendah. Keberadaan klorofil didalam daun dapat membantu tanaman menyerap cahaya matahari sehingga dapat digunakan dalam proses fotosintesis.

Data menunjukkan bahwa POC 15 ml + Si merupakan konsentrasi tertinggi yang memberikan hasil terbaik pada jumlah daun. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian POC dalam dosis yang tinggi dapat meningkatkan jumlah daun. Meningkatnya jumlah daun disebabkan oleh kandungan nitrogen. Keberadaan nitrogen diketahui mampu menunjang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Selain itu, jumlah daun yang dihasilkan juga dapat dipengaruhi oleh tingkat cekaman air. Ketersediaan air dalam tanah yang berkurang tidak dapat mencukupi untuk pertumbuhan tanaman termasuk jumlah daun. Berdasarkan penelitian El Balla *et al.* (2013) mengatakan bahwa cekaman air dapat menyebabkan berkurangnya jumlah daun pada tanaman bawang merah. Pernyataan tersebut sesuai penelitian ini bahwa semakin rendah tingkat cekaman air maka jumlah daun yang dihasilkan semakin menurun.

Hasil analisis keragaman berat basah tanaman menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Nilai berat basah tanaman tertinggi terdapat pada POC 15 ml + Si dengan tingkat cekaman air 75% (Gambar 1c). Hasil yang tidak signifikan terhadap berat basah tanaman kemungkinan disebabkan karena kandungan hara pada POC yang rendah. Rendahnya kadar hara pada POC dapat mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun maupun berat basah tanaman. Menurut Nurjanaty *et al.* (2019) jumlah daun, luas daun dan klorofil berpengaruh terhadap berat basah tanaman. Berat basah tanaman merupakan proses penambahan jumlah bagian tubuh tanaman meliputi akar, batang dan daun akibat suplai air dan unsur hara dalam jaringan tanaman (Manuhuttu *et al.*, 2014). Keberadaan

nitrogen dapat membantu meningkatkan pertumbuhan batang, daun maupun akar yang secara langsung mempengaruhi berat basah tanaman.

Berat basah tanaman juga berkaitan erat terhadap kandungan air dalam tanaman. Air dibutuhkan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis, apabila kandungan air di dalam tanaman berkurang maka laju fotosintesis akan terhambat. Hal ini mengakibatkan proses pembentukan sel-sel tanaman juga terhambat, sehingga kadar air yang ditambahkan harus dalam jumlah yang cukup agar pertumbuhan tanaman berjalan dengan optimal (Khasanah, 2015). Perlakuan tingkat cekaman air berpengaruh terhadap hasil berat basah tanaman. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa cekaman air 75% menunjukkan yang hasil terbaik apabila dibandingkan dengan cekaman air 25% dan 50% (Gambar 1c). Semakin tinggi kandungan air dalam tanaman maka pertumbuhan tanaman akan semakin meningkat.

Aspek ketahanan tanaman meliputi panjang akar, kadar air relatif daun dan kerapatan stomata memberikan hasil yang signifikan. Berdasarkan hasil analisis keragaman panjang akar menunjukkan bahwa POC 10 ml + Si dengan tingkat cekaman 75% memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 1d). Dalam menghadapi kondisi kekeringan, akar biasanya melakukan suatu adaptasi dengan meningkatkan pertumbuhan akar dan menekan pertumbuhan tajuk. Terpacunya pertumbuhan akar akan membuat tanaman mengabsorpsi air lebih banyak dengan menjangkau lapisan tanah terdalam (Suhartono *et al.*, 2020).

Perlakuan yang memberikan hasil tertinggi mengindikasikan bahwa akar tanaman tersebut mampu bertahan dalam kondisi tercekam air dengan meningkatkan pertumbuhan akar. Akar merupakan bagian tanaman yang pertama mencapai air, nitrogen dan berbagai faktor tanah lainnya. Apabila kandungan air di dalam tanah berkurang maka akan menghambat pertumbuhan tanaman. Fosfor dapat berpengaruh bagi pertumbuhan akar tanaman. Kandungan fosfor yang cukup dalam tanaman dapat merangsang pertumbuhan pucuk akar sehingga meningkatkan panjang akar (Rahmawati *et al.*, 2018). Menurut Wulandari *et al.* (2011) bahwa di dalam air cucian beras terdapat kandungan fosfor sebesar 16,306% lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hara lainnya seperti nitrogen dan kalium. Dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, tidak hanya dibutuhkan hara fosfor namun juga nitrogen dan kalium sebagai unsur hara esensial. *Azolla* memiliki kandungan nitrogen sebesar 3,91% dan kalium 0,65% (Putri *et al.*, 2013). Sehingga kombinasi diantara *Azolla* dan air cucian beras dengan penambahan silika mampu memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan dan ketahanan tanaman.

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa POC 10 ml + Si dengan tingkat cekaman air 75% memberikan hasil terbaik terhadap kadar air relatif daun (**Gambar 1e**). Kadar air relatif daun digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengetahui adanya keseimbangan antara kandungan air dalam tanaman dengan laju transpirasi daun pada kondisi tercekam air. Apabila ketersediaan air dalam tanah berkurang akibat cekaman air maka kandungan air dalam tanaman juga akan berkurang. Tetapi apabila suplai air ke dalam tanaman meningkat maka tekanan turgor meningkat sehingga pembelahan sel tanaman akan mengalami peningkatan (Naafi *et al.*, 2019). Meningkatnya kadar air relatif pada daun terjadi seiring dengan peningkatan ketersediaan air. Selain itu, peningkatan kadar air relatif daun dapat terjadi karena adanya penambahan Si pada tanaman.

Unsur Si memiliki peranan yang penting bagi tanaman yang mengalami cekaman air. Dalam kondisi tercekam air, tanaman yang diberikan unsur Si lebih toleran dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi unsur Si. Si dapat membentuk barrier fisik maupun mekanik yang dapat mempertahankan keseimbangan air di dalam tanaman serta meregulasi proses fisiologis tanaman. Selain itu, dengan adanya Si dapat meningkatkan pertahanan oksidatif bagi tanaman selama masa kekeringan (Rachmawati *et al.*, 2018). Unsur Si memiliki keterkaitan erat terhadap ketahanan tanaman dengan berperan meningkatkan penyerapan unsur hara nitrogen dan fosfor sehingga pertumbuhan tanaman akan meningkat (Nurlaili *et al.*, 2020).

Pada parameter uji kerapatan stomata, terdapat pengaruh signifikan antara konsentrasi POC dan tingkat cekaman air. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa POC 15 ml + Si dengan tingkat cekaman air 50% memberikan hasil terbaik pada uji kerapatan stomata (**Gambar 1f**). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Arista *et al.* (2015) bahwa penambahan silika mampu meningkatkan kerapatan silika sehingga laju transpirasi dan penyerapan CO₂ meningkat. Kerapatan stomata berkaitan erat dengan ketahanan tanaman dalam kondisi tercekam air. Saat kondisi tercekam air, tanaman peka dan toleran menunjukkan respon yang berbeda. Tanaman peka akan menunjukkan respon kerapatan stomata yang semakin menurun apabila tingkat cekaman air menurun sedangkan

untuk tanaman toleran jumlah kerapatan stomata akan meningkat apabila tingkat cekaman air meningkat.

SIMPULAN

Pada penelitian tahap I diperoleh kadar unsur hara NPK POC *azolla* dan air cucian beras yang termasuk dalam kriteria yang sangat rendah. Hasil uji menunjukkan bahwa kandungan hara nitrogen pada POC sebesar 0,006% (>0,75%), fosfor 0,01% (>0,35%), kalium 0,0003% (>1,0%) dan C/N rasio 28 termasuk tinggi. Pada penelitian tahap II menunjukkan adanya interaksi konsentrasi POC dan tingkat cekaman air yang berpengaruh secara signifikan terhadap panjang akar, kadar air relatif daun dan kerapatan stomata. Namun tidak berpengaruh signifikan pada interaksi antara konsentrasi pupuk organik dan tingkat kapasitas lapang terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah tanaman. Konsentrasi terbaik yang direkomendasikan yakni 15 ml POC + 0,85 g silika dengan tingkat cekaman air 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinong AR dan Lasiuwa CD, 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*; 7(1): 47-54.
- Arista Y, KA Wijaya, dan Slameto, 2015. Morfologi dan Fisiologi Dua Varietas Tebu (*Saccharus Officinarum* L.) sebagai Respon Pemupukan Silika. *Berkala Ilmiah Penelitian*.
- Bachtiar, Ghulamahdi M, Melati M, Guntoro D, dan Sutandi A. 2016. Kebutuhan Nitrogen Tanaman Kedelai pada Tanah Mineral dan Mineral Bergambut dengan Budi Daya Jenuh Air. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*; 35(3): 217-228.
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), 2020. Teknologi Lahan Kering Tingkatkan Produksi. Disampaikan dalam *Focus Group Discussion (FGD)*, 3 Maret 2020. Bogor.
- Darmawati, 2015. Efektivitas Berbagai Bioaktivator terhadap Pembentukan Kompos dan Limbah Sayur dan Daun. *J. Dinamika Pertanian*; 30(2): 93-100.
- Dita FBA dan Koesriharti, 2020. Pengaruh Kombinasi Nutrisi AB Mix dan Pupuk Organik Cair Azolla terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) pada Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System). *Jurnal Produksi Tanaman*; 8(9): 823-830.
- El Balla MMA, Abdelbagi AH, and Abdelmageed AHA, 2013. Effects of Time of Water Stress on Flowering Seed Yields and Seed Quality of Common Onion (*Allium cepa* L.) Under The Arid Tropical Conditions of Sudan. *Agricultural Water Management*; 121: 149-157.
- Khasanah AR, 2015. Aplikasi Urin Ternak sebagai Sumber Nutrisi pada Budidaya Selada (*Lactuca sativa*) dengan Sistem Hidroponik. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Naafi TN and Rahayu YS, 2019. The Effect of Local Micro Organism and Mycorrhizal Fungi on Anatomical and Morphological Responses of Red Chili (*Capsicum annum* L.) at Different Soil Water Level. *Journal of Physics*; 14171-6.
- Nurjanaty N, Linda R, dan Mukarlina, 2019. Pengaruh Cekaman Air dan Pemberian Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Protobiont*; 8(3): 6-11.
- Nurlaili RA, Rahayu YS, dan Dewi SK, 2020. Pengaruh Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Silika (Si) terhadap Pertumbuhan Tanaman *Brassica juncea* pada Tanah Tercemar Kadmium (Cd). *LenteraBio*; 9(1): 1-23.
- Mahdiannoor, Istiqomah N, dan Syahbudin, 2017. Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) Dengan Pemberian Pupuk Hayati. *ZIRAA'AH*; 42(3): 257-266.
- Manuhuttu AP, Rehatta H, dan Kailola JJG, 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Agrologia*; 3(1): 18-27.
- Manurung H, Kustiawan W, Kusuma IW, dan Marjenah, 2019. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Kadar Flavonoid Total Tumbuhan Tabat Barito (*Ficus deltoidea* Jack). *J. Hort. Indonesia*; 10(1): 55-62.
- Marliah A, 2012. Pengaruh Varietas Dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan Kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Jurnal Agrista*; 16(1): 1-28.
- Putri FP, Sebayang HT, dan Sumarni T, 2013. Pengaruh Pupuk N, P, K, Azolla (*Azolla Pinnata*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*). *Jurnal Produksi Tanaman*; 1(3): 9-20.
- Rachmawati D, Mona Monica NLG, dan Masruroh, 2018. Potensi Abu Sekam Padi untuk Meningkatkan Ketahanan Oksidatif Non-enzimatik dan Produksi Padi Merah pada Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia*; 46(1): 24-32.
- Rahmawati ID, Purwani KI, dan Muhibuddin A, 2018. Pengaruh Konsentrasi Pupuk P terhadap Tinggi dan Panjang Akar *Tagetes erecta* L. (Marigold) Terinfeksi Mikoriza yang Ditanam secara Hidroponik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*; 7(2): 2337-3520.

- Rahmawati TI, Asriany A, dan Hasan S, 2019. Kandungan Kalium dan Rasio C/N Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Daun-daunan dan Urine Kambing dengan Penambahan Bioaktivator Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*). *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*; 14(2): 50-60.
- Saputra D, PB Timotiwu, dan Ermawati, 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Benih Lima Varietas Kedelai. *Jurnal Agrotek Tropika*; 3(1): 7-13.
- Saputra J, Kamal M, dan Wicaksono P, 2018. Pengaruh Resolusi Spasial Citra terhadap Hasil Pemetaan Kandungan Hara Nitrogen Perkebunan Karet. *Jurnal Penelitian Karet*; 36(1): 13-24.
- Subedi P dan Shrestha J, 2015. Improving Soil Fertility through Azolla Application in Low Land Rice: A Review. *Azarian Journal of Agriculture*; 2(2): 35-39.
- Suciantini, 2015. Interaksi Iklim (Curah Hujan) terhadap Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pacitan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*; 1(2): 358-365.
- Suhartono, Pawana G, dan Sulastri, 2020. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Berbagai Konsentrasi Osmolit Sorbitol dan Intensitas Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agroekoteknologi*; 13(2): 124-135.
- Supriyanto B, 2013. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo Lokal Kultivar Jambu (*Oryza sativa* Linn). *Jurnal AGRIFOR*; 12(1): 77-82.
- Surdina E, El-Rahimi SA, dan Hasri I, 2016. Pertumbuhan *Azolla microphylla* dengan Kombinasi Pupuk Kotoran Ternak. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyia*; 1(3): 298-306.
- Vasanthi N, Saleena, LM, and Raj SA, 2012. Silicon in Day Today Life. *World Applied Sciences Journal*; 17(11): pp 1425-1440.
- Wardiah, Linda, dan Rahmatan H, 2014. Potensi Limbah Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Biologi Edukasi Edisi 12*; 6(1): 34-38.
- Waskito K, Aini N, dan Koesriharti, 2017. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum Melongena* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*; 5(1): 1586-1593.
- Wulandari, Muhartini, dan Trisnowati, 2011. Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yang Y, Tang M, and Sulpice R, 2014. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Alter Fractal Dimension Characteristic of *Robinia pseudoacacia* L. Seedling through Regulating Plant Growth, Leaf Water Status, Photosynthesis, and Nutrient Concentration Under Drought Stress. *J. Plant Growth Regul*; 33: 612-625.
- Yusuf F, Hadie J, dan Yusran MFH, 2017. Respon Tanaman Kedelai terhadap Serapan Hara NPK Pupuk Daun yang Diberikan melalui Akar dan Daun pada Tanah Gambut dan Prosolik. *Jurnal Daun*; 4(1):17-28.
- Zargar SM, Mahajan R, Bhat JA, Nazir M, and Deshmukh R, 2012. Role of Silicon in Plant Stress Tolerance: Opportunities to Achieve a Sustainable Cropping System. *Journal of 3 Biotech*; Vol 9: pp 73.

Available Online: 30 November 2021

Published: 31 Januari 2022

Authors:

Ismi Aziza, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt..2 Surabaya 60231, Indonesia, email: ismi.17030244042@mhs.unesa.ac.id

Yuni Sri Rahayu Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt..2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: yunirahayu@unesa.ac.id

Sari Kusuma Dewi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt..2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: saridewi@unesa.ac.id

How to cite this article:

Aziza I, Rahayu YS, Dewi SK, 2021. Pengaruh Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Silika dan Cekaman Air terhadap Tanaman Kedelai. *LenteraBio*; 11(1): 183-191