

Pengaruh Pupuk Organik Cair Nabati dan Silika terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai yang Mengalami Cekaman Air

The Effect of Phyto-Organic Liquid Fertilizer and Silica on the Growth of Soybean Plants under Water Stress

Fauziah Khoirun Nisa*, Yuni Sri Rahayu

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

*e-mail: fauziah.17030244003@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Buah pisang, bonggol pisang, dan daun paitan merupakan limbah yang mengandung hara N, P, K yang tinggi. Tanaman kedelai merupakan sumber utama protein nabati yang permintaannya tinggi di masyarakat, untuk meningkatkan produksinya perlu diberi pupuk. Ada dua tujuan penelitian, yaitu mendeskripsikan kualitas unsur hara dari Pupuk Organik Cair (POC) Nabati dengan penambahan Silika (POC-Si) dan mendeskripsikan pengaruh antara POC-Si dan tingkat cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*). Ada dua tahap penelitian, tahap I penelitian deskriptif saat pembuatan POC-Si, dan tahap II penelitian eksperimen saat mengaplikasikan POC-Si menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktorial, antara tingkat cekaman air dan perlakuan penambahan Si. Hasil penelitian dianalisis menggunakan Anava dua arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menyatakan POC-Si mengandung unsur hara N 0,52%; P 0,27%; K 0,61%; Rasio C/N 14,5; dan C-Organik 7,54. Pemberian POC berpengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun, kerapatan stomata, panjang akar, biomassa basah tanaman, dan pengukuran kadar air relatif daun (KARD) kedelai dengan konsentrasi terbaik yaitu 20 ml/liter + 1 gram Silika dengan tingkat kapasitas lapang air 100%.

Kata kunci: cekaman air; kedelai; pupuk organik cair; pertumbuhan tanaman; silika

Abstract. Banana fruit, banana weevil, and paitan leaves are wastes that contain high N, P, K nutrients. Soybeans are the main source of vegetable protein which has high demand in the society, to increase the production, need fertilizer. There are two purpose research, to describe the quality of nutrients from Phyto-Organic Liquid Fertilizers with the addition of Silica (POC-Si) and to describe the effect of Liquid Organic Fertilizer and the water stress level on soybean plant growth (*Glycine max*). There are two stages of research, the stage I descriptive research when making POC-Si, and the stage II experimental research when applying POC-Si using a two-factorial randomized block design (RBD), between the level of water stress and Si addition treatment. The research result were analyzed by two-way Anava then continued with the Duncan test. The results showed that POC-Si contained N 0.52%; P 0.27%; K 0.61%; C/N ratio 14.5; and C-Organic 7.54. The application of POC-Si has an effect on plant height, number of leaves, density of stomata, root length, wet plant biomass, and measurement of leaf relative water content (RWC) of soybeans (*Glycine max*) showed the best concentration of 20 ml/liter + 1 gram of Silica with 100% water field capacity level.

Kata kunci: liquid organic fertilizer; plant growth; silica; soy; water stress

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai merupakan tanaman penting yang menduduki urutan ketiga setelah tanaman padi dan jagung di Indonesia. Salah satu sumber protein nabati yang memiliki harga relatif lebih murah daripada sumber protein hewani adalah kedelai yang berfungsi untuk meningkatkan gizi pada masyarakat Indonesia. Produksi tanaman kedelai dalam negeri hanya dapat memenuhi 30% produksi, sisanya diimpor (Kementrian Pertanian, 2016).

Tanaman kedelai (*Glycine max*) adalah salah satu famili legum yang berasal dari Manshuko Cina, dan menyebar hingga ke Korea, Jepang, Indonesia, dan Asia Tenggara. Kedelai (*Glycine max*) adalah sumber penting protein nabati dan minyak nabati, dan mengandung berbagai nutrisi dan komponen bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan (Singh *et al.*, 2017). Dengan berkembangnya populasi dan ekonomi yang pesat, permintaan dan produksi tahunan kedelai global meningkat pesat

selama beberapa tahun terakhir: 100 milyar ton (Mt) pada tahun 1987, 144 Mt pada tahun 1997, 219 Mt pada tahun 2007, dan 352,6 Mt pada tahun 2017. Peningkatan ini telah terjadi terkait erat dengan peningkatan hasil benih kedelai; dari 1,91 ton ha⁻¹ pada tahun 1987 menjadi 2,85 ton ha⁻¹ pada 2017 (Faostat, 2020).

Tanaman kedelai mengalami penurunan produksi karena penurunan luas areal, namun produktivitasnya tidak banyak meningkat, sehingga perlu dilakukan impor. Menurut Kementerian Perdagangan (2019), pada Januari 2019 impor kedelai mengalami kenaikan sebesar 52% yaitu mencapai 255 ribu ton jika dibandingkan dengan bulan Desember 2018. Sedangkan pada Januari 2018 impor kedelai hanya mengalami kenaikan sebesar 11% sebesar 230 ribu ton.

Salah satu bagian dari masa depan pertanian dan kekuatan ekonomi pedesaan Indonesia adalah lahan kering. Potensi lahan kering saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, mengingat kebijakan yang berkembang saat ini. Lahan kering dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian di Indonesia, dengan perkiraan 76 juta hektar di wilayah dataran rendah hingga dataran tinggi yang beriklim basah dan kering. Dari 144,47 juta hektar luas lahan kering di Indonesia 99,65 juta hektar sisanya dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, dan 44,82 juta hektar sisanya tidak dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian sebagian besarnya merupakan kawasan hutan (Ritung, 2015). Lahan kering berpotensi menjadi lahan pertanian yang produktif untuk meningkatkan hasil panen tanaman kedelai, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat alternatif pupuk organik cair. Pupuk cair memiliki keunggulan yaitu unsur hara di dalamnya lebih mudah tersedia serta diserap akar tanaman kedelai.

Pupuk organik cair (POC) banyak digunakan di lahan pertanian dan mudah didapatkan di pasaran. Efektivitas dan efisiensi penggunaan POC di lapangan bergantung pada banyak faktor, antara lain jenis pupuk, konsentrasi, dosis, metode dan waktu pemupukan. POC memiliki banyak fungsi, diantaranya meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki kualitas unsur hara tanah, dan meningkatkan hasil panen adalah POC yang terbuat dari bahan buah pisang, bonggol pisang, dan daun paitan (*Tithonia diversifolia*).

Buah pisang dan bonggol pisang dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan POC karena mengandung unsur hara seperti N, P, K, Mg, S dan Fe (Rukmana, 2014). Daun paitan yang merupakan tanaman liar yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan POC karena mengandung unsur hara N 3,50-4,00%; P 0,35-0,38%; K 3,50- 4,10%; Ca 0,59%; dan Mg 0,27% (Lestari, 2018). Kandungan unsur hara yang melimpah ini yang mendasari pembuatan POC nabati. Penelitian ini dilakukan karena bahan utama POC yaitu buah pisang, bonggol pisang, dan daun paitan belum dimanfaatkan secara optimal, padahal bahannya melimpah di lingkungan. Salah satu upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan, dan sebagai upaya pengelolaan sampah (*reduce, reuse, recycle*), maka POC dengan bahan-bahan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif untuk menunjang pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*).

POC juga diberi penambahan Silika (Si). Salah satu elemen yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman adalah Si. Banyak studi dilakukan selama beberapa dekade terakhir telah didapatkan manfaat Si yang pada beberapa tanaman budidaya. Karena manfaat Si bagi tanaman dalam kondisi cekaman, Si dianggap sebagai unsur hara esensial (Liang *et al.*, 2015).

POC dengan penambahan Si dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan Nurlaili dan Rahayu (2016) memberikan ketahanan tanaman pada kondisi cekaman air, sehingga tanaman dapat bertahan hidup dan produktivitasnya juga meningkat. Pada penelitian ini dilakukan pemberian 4 tingkat cekaman air (yaitu kapasitas lapang air 25%, 50%, 75%, dan 100%) merujuk pada penelitian Naafi dan Rahayu (2019), untuk mendeskripsikan kondisi kekeringan tanah. Pemberian Si memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman.

Dalam cekaman lahan kering, tanaman pada umumnya membutuhkan unsur hara untuk bertahan hidup dan menunjang pertumbuhannya. Diantara unsur hara makro dan mikro yang ada, Si belum dianggap sebagai unsur hara esensial, namun unsur hara ini sangat bermanfaat bagi tanaman. Keunggulan dari penambahan unsur Si ke dalam tanah yaitu meningkatkan daya serap unsur hara P pada tanaman, sebab Si bersaing dengan unsur hara Fe dan Al yang mengikat P (Santi dan Nusantara, 2018). Silika dapat meningkatkan dan mempertahankan produktivitas kedelai dengan meningkatkan ketersediaan hara (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn) yang dibutuhkan oleh tanaman kedelai.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini memiliki dua tujuan yaitu mendeskripsikan kualitas unsur hara yang terkandung dalam POC dengan penambahan Si dan mendeskripsikan pengaruh POC dengan penambahan Si yang dihasilkan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kedelai yang mengalami cekaman air.

BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap penelitian deskriptif dan eksperimen. Tahap penelitian deskriptif meliputi pembuatan POC yang dilanjutkan dengan uji kualitas unsur hara POC-Si yang dibuat dari bahan buah pisang, bonggol pisang, daun paitan (*Tithonia diversifolia*), tetes tebu dan air kelapa dengan penambahan Si. Sedangkan tahap penelitian eksperimen mengaplikasikan POC-Si pada tanaman kedelai (*Glycine max*) untuk mengetahui pertumbuhannya.

Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan, meliputi tingkat cekaman air (yaitu kapasitas lapang air (25%, 50%, 75%, dan 100%) dan perlakuan penambahan Si (yaitu konsentrasi Si 0 gram dan Si 1 gram). Konsentrasi POC yang digunakan ada 2, yaitu Perlakuan Kontrol yaitu 20 ml POC yang dicampur dengan 1 liter air dan Perlakuan Si yaitu 20 ml POC yang dicampur dengan 1 liter air dengan penambahan 1 gram Si/liter.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2021. Pengujian kualitas unsur hara POC-Si berlangsung di Laboratorium Baristand Surabaya. Pengujian pengaruh POC-Si untuk pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*) dalam kondisi cekaman air pada tinggi tanaman, jumlah daun, kerapatan stomata, panjang akar, biomassa basah tanaman, dan pengukuran kadar air relatif daun (KARD) berlangsung di *greenhouse*, Jurusan Biologi, Universitas Negeri Surabaya.

Prosedur penelitian tahap I dimulai dengan Pembuatan POC. Bahan yang diperlukan yaitu 1,5 kg buah pisang matang; 1,5 kg bonggol pisang; 1,5 kg daun paitan (*Tithonia diversifolia*) dipotong kecil-kecil dengan pisau, lalu dicampurkan menjadi satu dalam baskom. Semua bahan ditumbuk dengan lumpang dan penumbuk, kemudian baru ditambahkan dengan 1 liter tetes tebu dan ditunggu waktu fermentasi pertama selama 7 hari dalam tong komposter yang tertutup. Setelah itu, ditambahkan air kelapa 20 liter dan ditunggu waktu fermentasi kedua selama 14 hari. Pengujian kualitas POC yang sudah difermentasi dilakukan di Laboratorium Baristand Surabaya.

Prosedur selanjutnya yaitu penelitian tahap II yaitu: a) Pengambilan sampel tanah dan penetapan kapasitas lapang; b) Persiapan media tanam; c) Persemaian benih; d) Penanaman dan pemeliharaan tanaman kedelai; e) Pemanenan tanaman kedelai. Setelah panen, tanaman kedelai dilakukan pengamatan pada tinggi tanaman, jumlah daun, kerapatan stomata, panjang akar, biomassa basah tanaman, dan pengukuran kadar air relatif daun (KARD) (Naafi dan Rahayu, 2019). Pengamatan parameter tinggi tanaman dan jumlah daun dilaksanakan saat umur tanaman kedelai mencapai 40, 50, dan 60 HST, sedangkan parameter kerapatan stomata, panjang akar, biomassa basah tanaman, dan pengukuran kadar air relatif daun saat kedelai berumur 60 HST.

Analisis data yang digunakan ada dua tahap, yaitu tahap I menganalisis secara deskriptif kadar unsur hara N, P, K, rasio C/N, dan C-Organik dengan membandingkan kriteria unsur hara menurut Hardjowigeno dalam Matheus (2019). Analisis data tahap II dilakukan dengan menggunakan ANAVA Dua Arah untuk mengetahui perbedaan pengaruh konsentrasi POC-Si dan tingkat cekaman air yang berbeda terhadap respon pertumbuhan tanaman kedelai. Apabila terdapat hasil ANAVA yang signifikan, akan dilakukan uji Duncan dengan signifikansi 5% untuk melihat adanya perbedaan pengaruh konsentrasi POC-Si dengan tingkat cekaman air yang berbeda.

HASIL

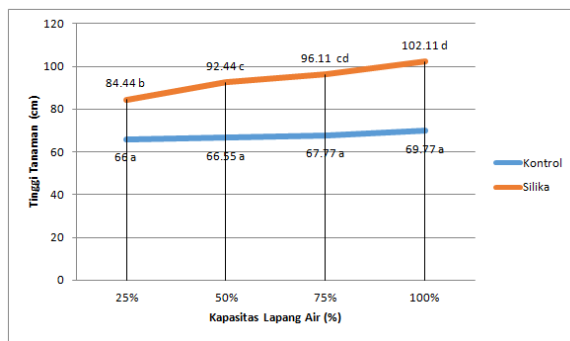
Berdasarkan hasil penelitian tahap I, kualitas unsur hara pada POC-Si ditunjukkan pada **Tabel 1**. **Tabel 1.** Hasil analisis kandungan unsur hara pupuk organik cair (POC)

No.	Parameter	Kandungan Unsur Hara	Kriteria *)
1.	Nitrogen (%)	0,52	Tinggi (0,51 - 0,75)
2.	Fosfor (%)	0,27	Tinggi (0,26 - 0,35)
3.	Kalium (%)	0,61	Tinggi (0,6 - 1,0)
4.	Rasio C/N	14,5	Sedang (11-15)
5.	C-Organik (%)	7,54	Sangat Tinggi (> 5,00)

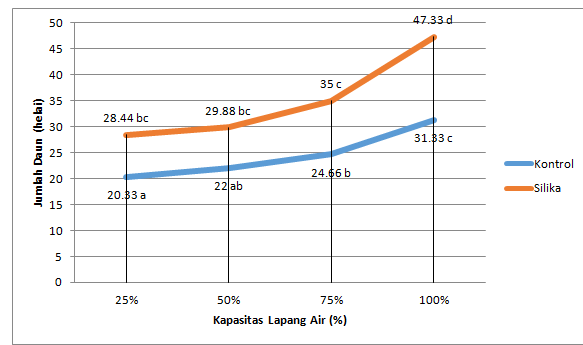
Keterangan:

*) Berdasarkan kriteria Hardjowigeno dalam Matheus (2019)

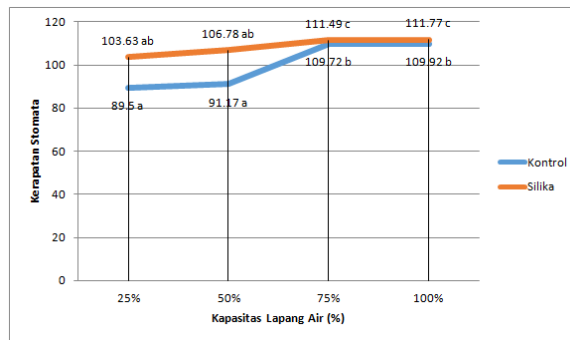
Tabel 1 menunjukkan hasil N 0,52% (tinggi); P 0,27% (tinggi); K 0,61% (tinggi); C/N rasio 14,5 (sedang); dan C-Organik 7,54 (sangat tinggi). Berdasarkan hasil data tersebut, maka POC-Si memiliki kandungan unsur hara dengan kriteria baik. Hasil penelitian tahap II untuk mengetahui pengaruh POC-Si dan cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman kedelai ditunjukkan pada Gambar 1.



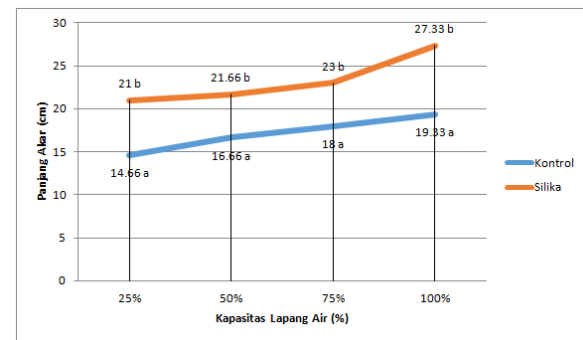
a) Tinggi Tanaman



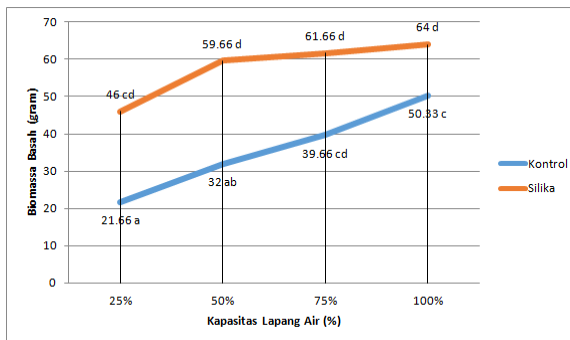
b) Jumlah Daun



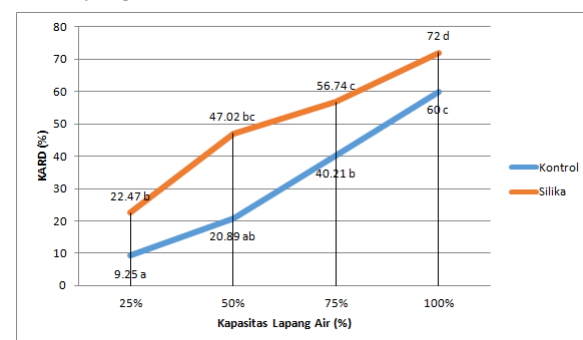
c) Kerapatan Stomata



d) Panjang Akar



e) Biomassa Basah



f) Kadar Air Relatif Daun

Gambar 1. Perbedaan pertumbuhan tanaman Kedelai (*Glycine max*) antara POC perlakuan kontrol dan Si pada kondisi cekaman air yang berbeda terhadap parameter a) Tinggi Tanaman; b) Jumlah Daun; c) Kerapatan Stomata; d) Panjang Akar; e) Biomassa Basah; f) Kadar Air Relatif Daun.

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan untuk semua parameter penelitian yang dianalisis dengan uji Anava dua arah, dan dilanjutkan dengan uji duncan memberikan pengaruh yang signifikan. POC-Si terbukti memberi pengaruh yang signifikan pada parameter pertumbuhan tanaman: a) tinggi tanaman ($F_{hitung} = 2,718$) dan nilai signifikan sebesar 0,05; b) jumlah daun ($F_{hitung} = 11,405$) dan nilai signifikan sebesar 0,00; c) kerapatan stomata ($F_{hitung} = 7,167$) dan nilai signifikan sebesar 0,04; d) panjang akar ($F_{hitung} = 4,907$) dan nilai signifikan sebesar 0,01; e) biomassa basah ($F_{hitung} = 5,421$) dan nilai signifikan sebesar 0,01; f) kadar air relatif daun (KARD) ($F_{hitung} = 3,628$) dan nilai signifikansi 0,01.

Semua parameter menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kedelai yang diberi POC-Si lebih baik daripada perlakuan POC kontrol. Kecenderungan grafik menunjukkan adanya pola yang sama, dan ada interaksi antara kedua faktor penelitian (cekaman air dan penambahan Si). Pada tingkat cekaman air yang lebih tinggi (yaitu kapasitas lapang 25%) menunjukkan hasil yang paling rendah, sehingga pada kapasitas lapang 100%, hasilnya lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa POC-Si dan tingkat kapasitas lapang yang lebih tinggi meningkatkan pertumbuhan tanaman Kedelai (*Glycine max*).

PEMBAHASAN

POC-Si yang dibuat pada tahap I penelitian memiliki kandungan unsur hara dengan kriteria baik, ditunjukkan pada Tabel 1. unsur hara Nitrogen (N) yang tinggi sebesar 0,52% (0,51-0,75%);

Fosfor (P) tinggi sebesar 0,27% (0,26-0,35%); Kalium (K) tinggi sebesar 0,61% (0,61-1,0%); Rasio C/N sedang 14,5 (11-15); dan C-Organik sangat tinggi sebesar 7,54 (>5,00) (Hardjowigeno dalam Matheus, 2019).

Berdasarkan penelitian Safitri dkk. (2015) kualitas POC dapat dinilai dengan pemeriksaan unsur hara makro. Hasil penelitian menunjukkan POC-Si mengandung N 0,52%; P 0,27%; dan K 0,61%. Pertumbuhan tanaman kedelai dapat ditunjang dari tingginya unsur hara yang terkandung dalam POC-Si. Pertumbuhan tanaman kedelai dipengaruhi oleh kandungan unsur hara N, P, K, sedangkan proses fermentasi oleh bakteri yang terjadi dalam POC dipengaruhi oleh nilai rasio C/N.

POC harus melewati proses dekomposisi terlebih dahulu sebelum pupuk siap untuk digunakan. Dekomposisi adalah proses penghancuran bahan-bahan organik dengan bantuan agen biologi dan fisika menjadi bahan humus koloidal organik dan mineral. Derajat keasaman pada awal pembuatan POC biasanya sedikit asam (pH sekitar 6) karena terbentuknya berbagai bahan asam organik. Pada akhir proses dekomposisi, pH akan menjadi sedikit alkalis (pH 7,5-8,5). Peningkatan jumlah kation seperti K^{2+} , Ca^{2+} dan Mg^{2+} diakibatkan oleh degradasi penguapan amoniak, protein, dan aktivitas biologi mikroorganisme seperti reduksi sulfat dan pemecahan nitrogen organik (Permana, 2011). Apabila proses dekomposisi telah selesai, maka pupuk terurai secara sempurna atau telah matang, ketersediaan N, P, K akan tinggi dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada tanaman.

C/N rasio yang terkandung dari POC-Si adalah 14,5 menunjukkan bahwa proses dekomposisinya sempurna, karena mendekati C/N rasio tanah. Perbandingan diantara unsur hara karbon dengan nitrogen yang terkandung pada satu bahan disebut dengan nilai rasio C/N. Nilai C/N rasio digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan proses fermentasi pupuk. Perbandingan kandungan pada unsur hara C dan N ini menentukan kualitas POC (Pancapalaga, 2013).

Pembuatan POC-Si menggunakan bahan baku yaitu buah pisang dan bonggol pisang. Pisang merupakan komoditi hortikultura kelompok buah-buahan dengan nilai sosial dan ekonomis yang tinggi bagi masyarakat. Bonggol pisang juga merupakan bagian dari tanaman pisang yang belum dimanfaatkan dengan baik. Menurut Rukmana (2014), bonggol pisang bisa dimanfaatkan sebagai POC karena mengandung unsur hara N, P, K, Mg, S dan Fe. Pupuk dari bahan bonggol pisang mengandung unsur hara N 1,05%; P_2O_5 0,04%; K_2O 0,76% ; dan C 14,89%.

Bahan lain dari POC adalah daun paitan. Paitan (*Tithonia diversifolia*) merupakan tumbuhan yang tumbuh di alam bebas dan tumbuh subur di banyak dataran kritis. Paitan dapat digunakan sebagai pupuk yang dapat menyuplai tanaman dengan unsur hara yang berlimpah. Kandungan unsur hara pada daun paitan yaitu N 3,50-4,00%; P 0,35-0,38%; K 3,50- 4,10%; Ca 0,59%; dan Mg 0,27% (Lestari, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Machrodania dan Ratnasari (2015), kadar unsur hara N, P, K yang tinggi dari pupuk organik cair memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman kedelai.

Pada tahap II penelitian mengaplikasikan POC-Si yang dibuat pada tahap I untuk mengetahui pengaruh pemupukan menggunakan POC-Si pada pertumbuhan tanaman kedelai yang mengalami cekaman air. Pemberian POC-Si pada tanah dapat meningkatkan kemampuan mencadangkan air dan unsur hara. POC terbuat dari ekstrak berbagai bahan organik atau dilarutkan di dalam air. Pengaplikasiannya pada tanaman yaitu dengan cara disiramkan ke tanah. Berdasarkan penelitian sebelumnya, POC dengan penambahan Si memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan biomassa basah (Nurlaili dan Rahayu, 2016).

Pengujian dosis POC-Si yang paling optimal dalam penelitian ini dilakukan pada tanaman kedelai. Perlakuan POC terbukti meningkatkan produksi tanaman kedelai pada dosis dan waktu pemupukan yang berbeda. Suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman kedelai berkisar antara 23-26 °C. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik dalam penyinaran matahari penuh. Pada intensitas cahaya matahari rendah, dapat menyebabkan etiolasi, jumlah polong dan daun yang sedikit, ukuran biji yang kecil, dan ruas antar buku lebih panjang (Sundari dan Gatut, 2012). Pada penelitian ini, tanaman kedelai dipanen saat berumur 60 HST dan hasil setiap parameter pertumbuhannya ditunjukkan pada Gambar 2.

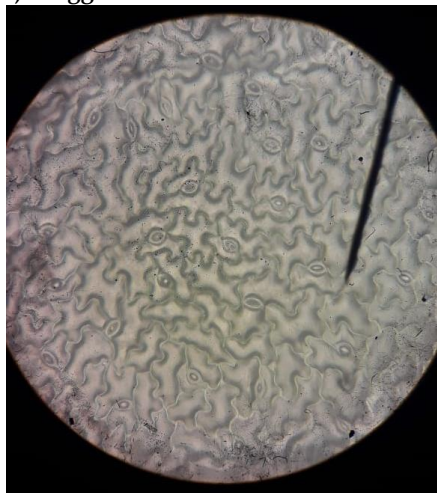
Hasil analisis data menunjukkan POC-Si memberi hasil yang signifikan (<0,05) pada tanaman kedelai berumur 40, 50, 60 HST pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Semakin tinggi kapasitas lapang air yang diberikan, semakin baik pula hasilnya pada pertumbuhan tanaman kedelai. Konsentrasi POC-Si terbaik ditunjukkan pada Gambar 1(a) parameter tinggi tanaman dan Gambar 1(b) jumlah daun yaitu konsentrasi 20 ml/L + 1 gram Si pada kapasitas lapang air 100%.



a) Tinggi Tanaman



b) Jumlah Daun



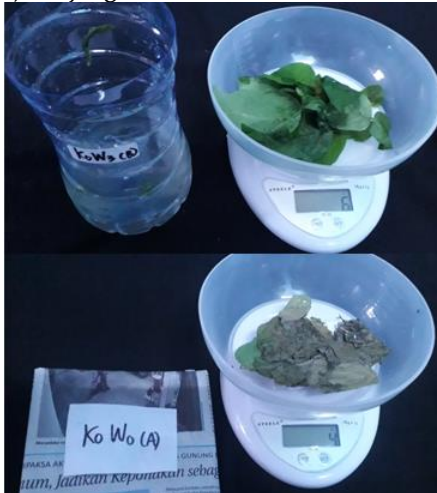
c) Kerapatan Stomata



d) Panjang Akar



e) Biomassa Basah



f) Kadar Air Relatif Daun

Gambar 2. Dokumentasi ambil data saat panen tanaman Kedelai (*Glycine max*) pada parameter a) Tinggi Tanaman; b) Jumlah Daun; c) Kerapatan Stomata; d) Panjang Akar; e) Biomassa Basah; f) Kadar Air Relatif Daun.

Data pada Gambar 1 menunjukkan ada kecenderungan yang sama, yaitu adanya interaksi antara POC-Si dan tingkat cekaman air pada pertumbuhan tanaman kedelai. Perlakuan POC dengan penambahan Si terbukti lebih baik dibandingkan perlakuan POC tanpa Si. Tingkat cekaman air juga menunjukkan adanya kenaikan grafik yang berturut-turut dari kapasitas lapang air 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil penelitian menyebutkan perlakuan terbaik POC-Si untuk pertumbuhan tanaman kedelai yaitu konsentrasi 20 ml/liter + 1 gram Silika dengan tingkat kapasitas lapang air 100%.

Berdasarkan Gambar 1(a) POC-Si memberi pengaruh yang signifikan pada parameter tinggi tanaman kedelai. Pengaruh POC-Si tertinggi yaitu pada tinggi tanaman sebesar 102,11 cm, dan hasil paling rendah terdapat pada POC kontrol sebesar 66,00 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Martanto dalam Kharisun dkk. (2020) bahwa unsur hara Si menyebabkan peningkatan intersepsi cahaya matahari selama proses fotosintesis, sehingga dapat memperbaiki ketegakan tanaman yang menyebabkan tanaman menjadi lebih tinggi. Pupuk yang diberi dosis Si yang tinggi dapat merangsang pertumbuhan tinggi tanaman.

Hasil pada parameter jumlah daun pada perlakuan POC-Si juga memberikan hasil yang lebih baik daripada perlakuan kontrol. Jumlah daun tertinggi pada POC-Si didapat sebanyak 47,33 helai, dan hasil paling rendah terdapat pada POC kontrol sebanyak 20,33 helai pada Gambar 1(b). Pemberian POC-Si menyebabkan penurunan tingkat transpirasi daun kedelai. Si berperan dalam menekan transpirasi daun, sehingga tingkat cekaman air dapat berkurang, karena dinding sel epidermis diperkuat. Penambahan Si pada POC dapat mengendalikan penurunan jumlah daun, karena Si dapat mengendalikan tingkat transpirasi pada tanaman yang mengakibatkan tanaman tahan cekaman kekeringan. Tunas daun tanaman kedelai dibentuk dari sel-sel meristematik organ daun. Pembentukan tunas daun yang lebih banyak dipengaruhi oleh semakin banyaknya jumlah unsur hara yang diserap tanaman (Yukamgo dan Yuwono dalam Kharisun dkk., 2020).

Pertumbuhan tanaman kedelai yang diberi POC-Si memberikan hasil yang baik (Gambar 1). Hal ini dikarenakan kandungan POC-Si dapat meningkatkan kesuburan tanah karena mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe). Fungsi pemberian POC pada tanah diantaranya adalah meningkatkan pH, meningkatkan kandungan unsur hara P, dan meningkatkan hasil tanaman. POC memiliki peran untuk memengaruhi sifat biologi, kimia, dan fisik pada tanah. POC juga berperan untuk menyuplai unsur hara N, P, K dan memengaruhi aktifitas organisme makroflora dan mikrofauna serta memperbaiki struktur tanah (Jenira *et al.*, 2018).

Hasil analisis data pada 60 HST, yaitu pada parameter kerapatan stomata, panjang akar (cm), biomassa basah (gram), dan kadar air relatif daun (KARD) (%) memberikan hasil yang signifikan ($<0,05$) pada uji anava dua arah. Pada perlakuan kontrol (20 ml/liter) berbeda nyata dengan perlakuan POC-Si (20 ml/liter + 1 gram Si) pada uji duncan. Hal ini dapat dilihat pada notasi pada uji Duncan setiap perlakuan antara variabel kapasitas lapang air dan perlakuan kontrol dan Si (Gambar 1), ada perbedaan yang nyata antara perlakuan POC kontrol dan Si. Hasil menunjukkan bahwa POC-Si memberikan hasil yang baik untuk pertumbuhan tanaman Kedelai.

Perlakuan POC-Si memberikan hasil kerapatan stomata yang lebih banyak jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kerapatan stomata tertinggi terdapat pada perlakuan POC-Si sebanyak 111,77 stomata, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan POC kontrol sebanyak 89,50 stomata, dapat dilihat pada Gambar 1(c). Kerapatan stomata juga akan semakin meningkat, diikuti dengan meningkatnya kapasitas lapang air. Perlakuan POC-Si terbukti menghasilkan kerapatan stomata yang lebih banyak pada tanaman kedelai. Meningkatnya kerapatan stomata disebabkan oleh meningkatnya jumlah klorofil pada daun, yang meningkatkan laju fotosintesis. Meningkatnya konsumsi CO_2 melalui stomata meningkatkan laju fotosintesis. Kebutuhan yang tinggi terhadap CO_2 dapat meningkatkan kerapatan stomata yang juga mempengaruhi anatomi daun pada tanaman (Shao *et al.*, 2014).

Respons pertama tanaman terhadap kondisi kekurangan air yang besar adalah menutupnya stomata. Mekanisme penutupan stomata berfungsi untuk mempertahankan potensial air pada tanaman. Banyaknya air yang masuk akan menyebabkan tekanan turgor pada sel penjaga dan mempengaruhi proses membuka dan menutupnya stomata. Konduktan stomata pada tanaman akan menurun apabila tanaman mengalami kondisi cekaman air yang mengakibatkan tanaman kehilangan air secara berlebihan (Lakitan, 2013).

Pada parameter panjang akar menunjukkan bahwa POC-Si memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan Gambar 1(d), panjang akar tertinggi terdapat pada perlakuan POC-Si sebanyak 27,33 cm, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan POC kontrol sebanyak 14,66 cm. Perlakuan kapasitas lapang air juga memberi pengaruh yang signifikan pada parameter pertumbuhan panjang akar. Semakin tinggi kapasitas lapang air, maka panjang akar akan semakin meningkat. Sebagian besar asimilat hasil proses fotosintesis akan dialokasikan ke akar. Pertumbuhan akar tanaman kedelai akan meningkat apabila jumlah air sudah mencukupi kebutuhan tanaman.

Hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1(e) menunjukkan bahwa hasil biomassa basah dari perlakuan POC-Si memberikan hasil yang lebih daripada perlakuan kontrol. Biomassa basah tertinggi terdapat pada perlakuan POC-Si sebanyak 64,00 gram, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan POC kontrol sebanyak 21,66 gram. Kenaikan biomassa basah sejalan dengan kenaikan kapasitas lapang air. Kadar air dalam tanaman yang semakin meningkat menyebabkan biomassa basah tanaman juga meningkat. Akibatnya aktivitas metabolisme tanaman juga meningkat dan tanaman akan menaikkan laju fotosintesis, dan meningkatkan ukuran luas daun. Unsur hara yang terkandung dalam POC-Si juga mempengaruhi proses metabolisme tanaman, semakin tinggi kapasitas lapang air yang diberikan, maka proses metabolisme akan bekerja secara optimal.

Kadar Air Relatif (KARD) juga menunjukkan pada perlakuan POC-Si memberi hasil yang lebih baik daripada perlakuan kontrol. KARD tertinggi terdapat pada perlakuan POC-Si sebanyak 72,00%, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan POC kontrol sebanyak 9,25%. Hasil penelitian pada Gambar 1(f) menunjukkan perlakuan POC-Si menunjukkan adanya pengaruh nyata pada parameter kadar air relatif daun. Cekaman kekeringan dapat menyebabkan turunnya tekanan turgor, sehingga stomata menutup. Penurunan KARD juga menurunkan konduktansi stomata daun, secara perlahan juga akan menurunkan konsentrasi CO₂ pada daun sehingga menurunkan laju fotosintesis (Lakitan, 2013). Peningkatan kandungan air daun pada perlakuan pemberian air yang semakin bertambah (25%, 50%, 75%, dan 100%) pada Gambar 1. disebabkan karena laju penyerapan air oleh akar lebih besar dibandingkan laju transpirasi.

Secara keseluruhan, Gambar 1 menunjukkan bahwa aplikasi POC-Si (20 ml/L + 1 gram Si) memberi hasil yang baik daripada dengan perlakuan kontrol. Si berperan sebagai elemen penambahan pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai. Si berperan dalam, menyediakan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn), meningkatkan hasil tanaman, meminimalisir stres biotik dan abiotik pada tanaman, dan menurunkan toksisitas unsur hara (Fe, Mn, P, Al) (Rao dan Susmitha, 2017).

Penambahan POC-Si berfungsi untuk meningkatkan penyerapan Si pada jaringan tanaman dan meningkatkan jumlah unsur hara Si itu sendiri ke dalam tanah. Ketersediaan unsur Si juga dapat mempengaruhi ketersediaan unsur P dalam tanah. Fungsi unsur P pada tanah diantaranya adalah meningkatkan laju fotosintesis dan meningkatkan pertumbuhan akar dengan mengaktifkan hormon auksin dan juga membantu penyerapan unsur hara N yang berfungsi untuk membentuk klorofil yang menyebabkan proses fotosintesis meningkat. Meningkatnya proses fotosintesis akan meningkatkan hasil fotosintesis pula yang akan mempengaruhi berat tanaman secara keseluruhan (Syahri *et.al*, 2016).

SIMPULAN

POC-Si yang dibuat pada tahap I penelitian mengandung unsur hara N, P, K, rasio C/N, dan C-Organik dengan kriteria yang baik, diantaranya adalah kandungan N 0,52% (tinggi); P 0,27% (tinggi); K 0,61% (tinggi); Rasio C/N 14,5 (sedang); dan C-Organik 7,54 (sangat tinggi). Kandungan unsur hara yang tinggi pada POC-Si dapat meningkatkan produksi tanaman kedelai yang mengalami cekaman air. Pada tahap II penelitian, perlakuan POC-Si (20 ml/liter + 1 gram Si) memberikan perbedaan yang signifikan pada parameter pertumbuhan tanaman kedelai yang diberi perlakuan tingkat cekaman air (yaitu kapasitas lapang air 25%, 50%, 75%, dan 100%). Interaksi antara POC-Si dan tingkat cekaman air pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, pada tanaman kedelai umur 40, 50, 60 HST menunjukkan pengaruh yang signifikan. POC-Si juga memberikan hasil yang signifikan terhadap parameter kerapatan stomata, panjang akar, biomassa basah, dan kadar air relatif daun (KARD) pada tanaman kedelai umur 60 HST. Penambahan Si pada POC nabati dapat meningkatkan ketahanan dan produksi tanaman kedelai dalam keadaan cekaman air dibandingkan dengan tanaman kedelai yang tidak diberi Si.

DAFTAR PUSTAKA

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), 2020. *Crop Production*. Diakses melalui <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> pada tanggal 15 Maret 2021.
- Jenira H, Sumarjan S, dan Armiani S, 2018. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Lokal Bima dalam Upaya Pembuatan Brosur bagi Masyarakat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1), pp.1-12.
- Kementrian Perdagangan, 2019. *Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional*. Diakses melalui

- http://bppp.kemendag.go.id/media_content/2019/05/BAPOK_BULAN_APRIL_2019rev.pdf pada tanggal 14 Maret 2021.
- Kementrian Pertanian, 2016. Laporan Tahunan Kinerja dan Target 2015-2019. Diakses melalui www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/lap_tahunan pada tanggal 13 Maret 2021.
- Kharisun K, Noorhidayah R dan Cahyani MA, 2020. Pengaruh Pemupukan Silika (Si) dan Kondisi Stres Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Tanah Inceptisol. *Prosiding*, 9(1).
- Lakitan B, 2013. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Lestari SAD, 2018. *Pemanfaatan Paitan (Tithonia diversifolia) sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Kedelai*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Liang Y, Nikolic M, Bélanger R, Gong H and Song A, 2015. Silicon in Agriculture. *Dordrecht: Springer*. doi, 10, pp.978-94.
- Machrodania Y dan Ratnasari E, 2015. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Kulit Pisang, Kulit Telur dan Gracillaria Gigas Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai var Anjasmoro. *Jurnal Lentera Bio*. ISSN, 4(3), pp.168-173.
- Matheus R, 2019. *Skenario Pengelolaan Sumber Daya Lahan Kering: Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Naafi TN, and Rahayu YS, 2019. The Effect of Local Micro Organism and Mycorrhizal Fungi on Anatomical and Morphological Responses of Red Chili (*Capsicum annuum* L.) at Different Soil Water Level. *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1417, No. 1, p. 012036)*. IOP Publishing.
- Nurlaili RA, Rahayu YS, 2016. Pengaruh Mikoriza Arbuskular (MVA) dan Silika (Si) Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Brassica juncea* pada Tanah Tercemar Kadmium (Cd). *Skripsi*. Departemen Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Pancapalaga W, 2013. Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan Terhadap Kualitas Pupuk Cair. *Jurnal Gamma*, 7(1).
- Permana D, 2011. Kualitas Pupuk Organik Cair dari Kotoran Sapi Pedaging yang Difermentasi Menggunakan Mikroorganisme Lokal. *Skripsi*. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rao GB and Susmitha P, 2017. Silicon Uptake, Transportation and Accumulation in Rice. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), pp.290-293.
- Ritung S, 2015. *Sumber Daya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press.
- Rukmana R, 2014. *Sistem Mulsa*. Jakarta: Yayasan Kanisius.
- Safitri WI, Marhadi IM dan Wulandari SW, 2015. Aplikasi Bioaktivator EM-4 dan Boisca dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair sebagai Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Bioteknologi Lingkungan. *Doctoral dissertation*. Riau University.
- Santi LP dan Nusantara PRP, 2018. Pemanfaatan Bio-Silika untuk Meningkatkan Produktivitas dan Ketahanan Terhadap Cekaman Kekeringan pada Kelapa Sawit. *Makalah pada Pekan Riset Sawit Indonesia (PERISAI) II, Bandung*, pp.13-15.
- Shao Q, Wang H, Guo H, Zhou A, Huang Y, Sun Y and Li M, 2014. Effects of Shade Treatments on Photosynthetic Characteristics Chloroplast Ultrastructure and Physiology of *Anoectochylus roxburgii*. *PloS one*, 9(2), p.e85996.
- Singh BP, Yadav D and Vij S, 2017. Soybean Bioactive Molecules: In Current Trend and Future Prospective. *Bioactive Molecules in Food*. Springer International Publishing: Berkin/Heidelberg, Germany, pp.1-29.
- Sundari T dan AS GW, 2012. Tingkat Adaptasi Beberapa Varietas Kedelai Terhadap Naungan. *Jurnal penelitian Tanaman Pangan*. 31 (02) : 124-130.
- Syahri R, Djajadi D, Sumarni T dan Nugroho A, 2016. Pengaruh Pupuk Hijau (*Crotalaria Juncea* L.) dan Konsentrasi Pupuk Nano Silika pada Pertumbuhan dan Hasil Tebu setelah Umur 9 Bulan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1).

Available Online: 30 November 2021

Published: 31 Januari 2022

Authors:

Fauziah Khoirun Nisa, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: fauziah.17030244003@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

How to cite this article:

Nisa FK, Rahayu YS, 2020. Pengaruh Pupuk Oganik Cair Nabati dan Silika terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai yang Mengalami Cekaman Air. *LenteraBio*; 11(1): 80-88.