

Respons Semai Jati (*Tectona grandis*) Unggul pada Beberapa Tingkat Konsentrasi Sulfur

*Responds of Superior Teak (*Tectona grandis*) on Different Sulphur Concentrations*

Oleh:

Puji Lestari^{1*}, Ridla Arifriana¹, Handojo Hadi Nurjanto²

¹ Program Studi Pengelolaan Hutan, Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. Jl Yacarana, Gedung Soeparwi, Sekip Unit II, Catur Tunggal, Depok, Sleman, 55281, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.

² Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Jl. Agro, Bulaksumur No.1, Kocoran, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia.

*email: pujilestari@ugm.ac.id

ABSTRAK

Program pemuliaan pohon telah menghasilkan klon jati unggul yang memiliki produktivitas tinggi. Akan tetapi, informasi mengenai kebutuhan unsur hara dasar untuk jati unggul belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi unsur sulfur (S) yang optimal untuk jati unggul dan mengidentifikasi morfologi daun semai jati unggul pada berbagai level konsentrasi S. Penelitian ini dilakukan pada skala persemaian menggunakan bibit jati umur 6 bulan dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Empat perlakuan larutan yang digunakan yaitu: (1) K (kontrol, *aquades* tidak mengandung unsur hara); (2) S0 (larutan mengandung unsur hara esensial kecuali sulfur); (3) S1 (larutan mengandung unsur hara esensial dengan konsentrasi S sebanyak 0,5 x *full strength*); dan (4) S2 (larutan mengandung unsur hara esensial dengan konsentrasi S sebanyak *full strength*), dengan tiga ulangan pada masing-masing perlakuan. Parameter yang diamati meliputi tinggi dan diameter semai, jarak antar nodus, jumlah dan ukuran daun serta kenampakan morfologi daun. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada konsentrasi unsur hara makro nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) sebesar *full strength* pertumbuhan tinggi dan diameter semai yang mendapat perlakuan S1 (konsentrasi S sebesar 421 ppm) menghasilkan pertumbuhan yang terbaik. Namun demikian, morfologi daun pada semua perlakuan menunjukkan gejala ketidaknormalan.

Kata kunci: jati unggul, morfologi, pertumbuhan, sulfur

ABSTRACT

The tree improvement program has invented superior teak with an ability to improve its productivity. Yet the information about basic nutrient requirement of superior teak is less known. This study aimed to determine the optimal concentration of sulfur for the best growth of superior teak seedling and to identify the morphological symptoms of teak seedlings affected by several concentration levels of S. This study was conducted at a nursery on six months old teak seedlings. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with four different solution treatments with three replication each. The treatments are K (control, aqua dest does not contain nutrients), S0 (solution contains nutrients except sulfur), S1 (solution contains nutrients with 0,5 full strength of S), and S2 (solution contains

nutrients with full strength of S). Each treatment was replicated 3 times. Parameter observed included the height of seedling, the diameter of seedling, the nodal distance of seedling, the number of leaves, size of leaves and morphological symptoms of leaf. The results showed that at a concentration of nitrogen (N), phosphor (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg) in full strength level, superior teak seedling which treated by S1 (S concentration of 421 ppm) resulted in the best growth. However, the morphology of teak leaves in all treatment showed abnormal.

Keywords: *growth, morphology, sulfur, superior teak*

PENDAHULUAN

Jati unggul merupakan jati yang memiliki sifat genetik unggul yang diperoleh melalui kegiatan pemuliaan. Karakteristik yang dimiliki jati unggul berupa pertumbuhan yang cepat, batang lurus, dan tinggi batang bebas cabang (TBBC) yang tinggi. Salah satu keberhasilan program pemuliaan pohon adalah ditemukannya klon jati unggul yang dikenal dengan istilah Jati Plus Perhutani (JPP). Sejak tahun 2008 Perum Perhutani mulai menanam JPP yang dikembangkan dengan cara stek pucuk. Produktivitas JPP dapat mencapai 10 m²/ha/tahun (Budiadi et al. 2017). Nilai tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan produktivitas jati konvensional yang kurang dari 3 m² ha/tahun (Pandey et al. 2014).

Produktivitas tegakan tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik tetapi juga lingkungan. Menurut Adinugraha dan Fauzi (2016), untuk memperoleh tegakan jati unggul yang produktif secara berkesinambungan perlu dilakukan manipulasi lingkungan, salah satunya adalah dengan pemupukan. Metabolisme jati konvensional dan jati unggul diduga berbeda sehingga unsur hara dasar yang dibutuhkan keduanya pun berbeda. Selama ini penelitian mengenai kebutuhan unsur hara untuk jati konvensional telah banyak dilakukan, baik dalam skala lapangan maupun dalam kondisi terkontrol di *green house* (Efendi 2011; Muhajir et al. 2015; Silva et al. 2015; Suprpto 2007). Namun, penelitian mengenai kebutuhan unsur hara untuk jati unggul masih terbatas.

Salah satu unsur hara yang diperlukan jati adalah sulfur (S). S diserap tanaman dalam bentuk SO₄²⁻ dan berfungsi sebagai penyusun asam amino metionin dan sistein (Danapriatna 2008). S sangat dibutuhkan oleh tanaman, terutama tanaman muda (Herwanda et al. 2017). Penelitian mengenai kebutuhan unsur hara sulfur bagi jati sangat terbatas karena sulfur tergolong dalam makro nutrient sekunder, yang meskipun dibutuhkan dalam jumlah banyak tetapi masih lebih kecil dibandingkan kebutuhan unsur Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Sudaryono 2017). Menurut Silva et al. (2015), semai jati konvensional yang mendapat perlakuan konsentrasi S sebesar 894 ppm secara terkontrol tidak menunjukkan gejala defisiensi unsur hara.

Jati merupakan jenis yang tumbuh baik pada lingkungan berkapur dan membutuhkan unsur hara kalsium (Ca) dalam jumlah yang besar (Marjenah 2007). Menurut Danapriatna (2008) pada tanah yang berkapur (pH tinggi) tanaman sering kekurangan sulfur. Menurut Wigena et al. (2001), pada pH yang tinggi terjadi penurunan muatan positif pada koloid tanah dan pengendapan ion Al sehingga ion SO₄²⁻ banyak yang terlepas dari jerapan koloid tanah, kemudian terlindi atau hilang terbawa erosi. Kondisi tersebut mengakibatkan S tidak tersedia bagi tanaman. Oleh sebab itu penelitian mengenai kebutuhan dasar unsur S bagi jati unggul menjadi penting untuk dilakukan. Akan tetapi, kebutuhan unsur hara dasar bagi tanaman sangat sulit ditentukan melalui penelitian dalam skala lapangan dikarenakan di lapangan terdapat banyak faktor yang sulit untuk dikendalikan sehingga penelitian ini dilakukan pada level persemaian dengan desain media dan perlakuan yang terkontrol.

Secara umum, tanaman akan menunjukkan gejala apabila mengalami defisiensi maupun toksisitas unsur hara. Gejala tersebut merupakan respons dari tanaman yang mengalami gangguan dalam proses fisiologinya. Gejala yang timbul umumnya berupa perubahan morfologi tanaman yang menjadi tidak normal seperti pertumbuhan melambat, serta perubahan bentuk dan warna daun. Gejala yang muncul dapat digunakan sebagai indikator diagnosis penyebab kerusakan pada tanaman. Data mengenai morfologi jati unggul pada berbagai konsentrasi unsur hara S hingga saat ini masih belum tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi unsur S yang optimal untuk jati unggul dan mengidentifikasi morfologi daun jati unggul pada berbagai level konsentrasi S. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan dosis pupuk dan menjustifikasi kondisi defisiensi atau toksisitas unsur S pada semai jati unggul secara cepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Silvikultur Intensif, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Bahan yang digunakan berupa semai jati unggul umur 6 bulan hasil perbanyakan stek pucuk. Sebelum ditanam pada media, semai tersebut dibuat menjadi *stump* dengan cara dipotong batang bagian atas dan bagian akarnya untuk mengurangi resiko kematian semai akibat perpindahan media. Media yang digunakan untuk penanaman adalah pasir silika mesh 8-30. Pasir silika merupakan media yang tidak mengandung unsur hara sehingga unsur hara yang diperoleh tanaman sepenuhnya berasal dari perlakuan yang diberikan. *Stump* dipelihara di bawah naungan plastik transparan agar tidak tersiram langsung oleh air hujan. Penelitian dilakukan selama 4,5 bulan dari bulan Juni hingga November 2016.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang diaplikasikan dalam bentuk larutan yaitu K (kontrol, *aquadest* tidak mengandung unsur hara); (2) S0 (larutan mengandung unsur hara esensial kecuali sulfur); (3) S1 (larutan mengandung unsur hara esensial dengan konsentrasi S sebanyak 0,5 x *full strength*); dan (4) S2 (larutan mengandung unsur hara esensial dengan konsentrasi S sebanyak *full strength*) dengan masing-masing perlakuan terdiri atas 3 ulangan. Komposisi *full strength* mengacu pada Veigas et al. (2012) yang diterapkan pada jati oleh Silva et al. (2015). Konsentrasi unsur hara pada masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi Unsur Hara pada Setiap Perlakuan.

Perlakuan	Konsentrasi Unsur Hara (ppm)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K	0	0	0	0	0	0
S0	672	251	1242	290	117	0
S1	661	251	1291	263	124	421
S2	660	258	1283	290	122	894

Larutan perlakuan dibuat dengan menggunakan beberapa bahan kimia yang dilarutkan pada *aquadest*. Bahan kimia pro analisis (murni) yang digunakan sebagai sumber unsur hara makro meliputi: natrium fosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), kalium nitrat (KNO_3), kalium sulfat (K_2SO_4), magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kalium fosfat (KH_2PO_4), magnesium nitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$), dan natrium nitrat (NaNO_3). Bahan kimia teknis (tidak murni) yang digunakan sebagai sumber unsur hara mikro meliputi: Fe-EDTA 13,2%, mangan sulfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 31,8%, zink sulfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 22%, copper sulfat 25%, boric acid (H_3BO_3) 99,9%, copper

sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 25%, dan natrium molibdat 39%. Komposisi bahan kimia yang digunakan disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Komposisi bahan kimia per satu liter larutan.

Bahan	Molaritas	K (ml)	S0 (ml)	S1 (ml)	S2 (ml)
NaH_2PO_4	1	0	0	0	1
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1	0	2	1,8	2
KNO_3	1	0	2,4	0,9	1
K_2SO_4	1	0	0	1,4	2
MgSO_4	0,5	0	0	1	2,5
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1	0	0	0,4	1,5
$\text{CaSO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,01	0	0	1	0
KH_2PO_4	1	0	1,1	1,1	0
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	0,5	0	2,5	1,6	0
NaNO_3	1	0	0	1,1	0
Larutan unsur mikro	-	0	1	1	1

Tabel 3. Komposisi bahan kimia per satu liter larutan mikro.

Bahan	Persentase (%)	Berat (gram)
H_3BO_3	99,9	0,41
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	31,8	5,50
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25	1,00
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	39	0,95
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22	1,30
Fe-EDTA	13,2	48,49

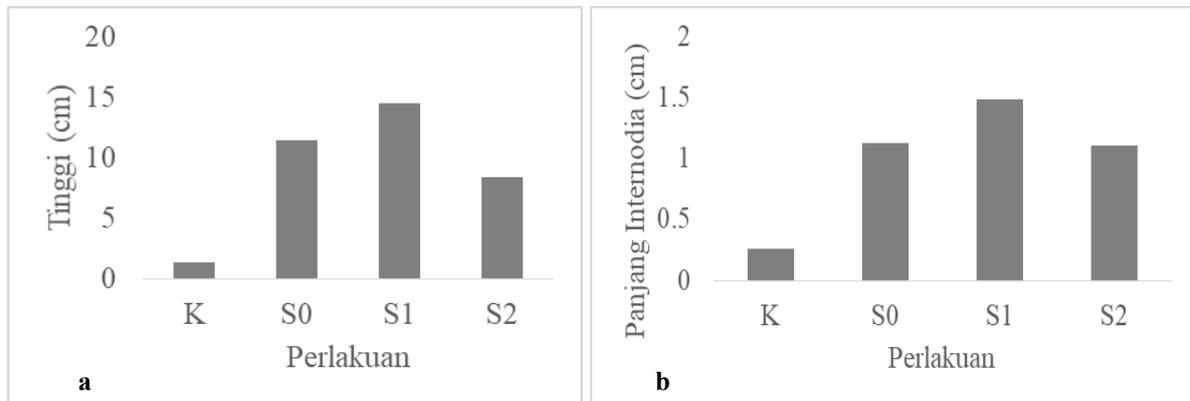
Setelah penanaman, *stump* disiram menggunakan aquadest sebanyak 250 ml setiap hari selama lima hari dengan komposisi penyiraman yang sama pada setiap tanaman untuk aklimatisasi. Selanjutnya, *stump* disiram menggunakan larutan sesuai dengan perlakuan setiap hari selama satu bulan pertama. Setelah bulan kedua hingga akhir pengamatan *stump* disiram menggunakan larutan sesuai dengan perlakuan setiap dua hari sekali. Jika pada *stump* tumbuh lebih dari satu trubusan maka dipilih satu trubusan terbaik untuk diamati, sedangkan trubusan yang lain dipangkas.

Parameter yang diamati pada penelitian adalah parameter pertumbuhan yang meliputi: tinggi dan diameter semai (trubusan), panjang internodia, jumlah dan ukuran daun serta kenampakan morfologi daun. Luas daun diukur dengan mengalikan panjang dan lebar daun kemudian dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,546 yang mengacu pada Listianti (2017). Data tinggi, diameter, panjang internodia disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui trend pengaruh konsentrasi S terhadap parameter tersebut. Gejala morfologi yang tampak pada daun dianalisis secara deskriptif.

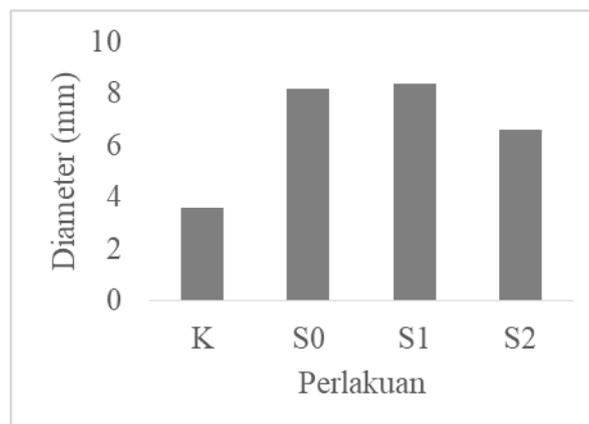
HASIL DAN PEMBAHASAN

Semai jati unggul yang memperoleh asupan unsur hara (perlakuan S0, S1, dan S2) memiliki pertumbuhan tinggi dan diameter yang lebih cepat dibandingkan dengan semai yang tidak memperoleh asupan unsur hara (perlakuan K). Semai dengan perlakuan S1 (konsentrasi S sebesar 421 ppm) memiliki tinggi dan rata-rata internodia yang paling tinggi dibandingkan perlakuan yang lain yaitu berturut-turut sebesar 14,5 cm dan 1,48 cm. Selain itu, perlakuan tersebut juga memiliki diameter yang paling besar yaitu 8,37 mm. Unsur S bagi tanaman berfungsi sebagai penyusun asam amino yang terlibat dalam pembentukan klorofil dan protein

(Wati et al. 2015; Wihardjaka and Poniman 2015). Pandey et al. (2014) menyebutkan bahwa pemupukan S dapat meningkatkan kandungan protein pada gandum. Oleh sebab itu, penambahan unsur S pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sitompul (2015) menambahkan tanaman akan mencapai pertumbuhan maksimal jika unsur hara tersedia dalam tingkat optimum. Pertumbuhan Semai tanaman jati di sajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. (a) Tinggi dan (b) panjang internodia semai pada beberapa perlakuan konsentrasi unsur S.



Gambar 2. Diameter semai pada beberapa perlakuan konsentrasi unsur S.

Gambar 1 dan 2 mengindikasikan bahwa semai jati unggul dengan perlakuan S0 berada pada zona defisiensi unsur S. Sedangkan semai jati unggul dengan perlakuan S1 berada pada zona optimum unsur S. Lain halnya dengan semai jati unggul dengan perlakuan S2 yang berada pada zona toksik unsur S.

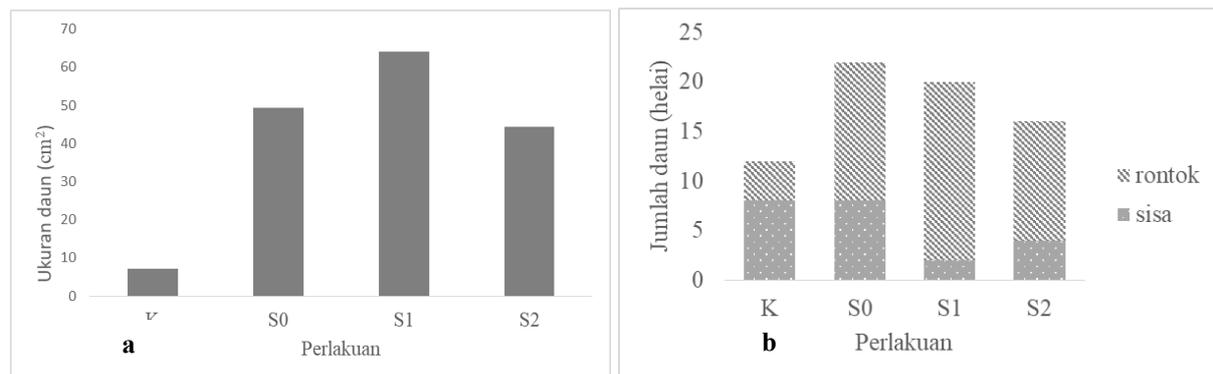
Menurut Sager (2012) rata-rata kandungan S total pada batuan induk sebesar 260 ppm. Kandungan S total pada beberapa contoh tanah di Indonesia kurang dari nilai tersebut. Menurut Wigena et al. (2001) kandungan S total pada tanah Oxic Dystrudepts di Kabupaten Merangin, Jambi pada kedalaman 0-20 cm sebesar 112,10 ppm, dengan kandungan S tersedia sebesar 1,13 ppm dan pada kedalaman 20-40 cm sebesar 120,07 dengan kandungan S tersedia sebesar 22,80 ppm. Menurut Pratiwi et al. (2016) kandungan S tersedia pada tanah yang berasal dari Lamongan, Jawa Timur yang telah diberi perlakuan pengapuran jauh lebih kecil lagi yaitu sebesar 2,36 ppm.

Pada penelitian ini, zona optimum dicapai pada konsentrasi S sebesar 421 ppm. Oleh sebab itu, penanaman jati unggul di Indonesia masih membutuhkan penambahan S melalui pemupukan untuk mencapai konsentrasi optimum di dalam tanah. Di sisi lain, pada perlakuan

S2 (konsentrasi unsur S sebesar 894 ppm) menunjukkan kecepatan pertumbuhan tinggi, panjang internodia, dan diameter semai jati unggul yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan S1 (konsentrasi unsur S sebesar 421 ppm). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sitompul (2015), yang menyatakan apabila tanaman diberikan penambahan unsur hara tetapi justru mengakibatkan pertumbuhan tanaman menurun maka tanaman tersebut berada pada zona toksik. Namun demikian, berdasarkan data kandungan unsur S di dalam tanah maka peluang terjadinya toksisitas unsur S pada tanaman dalam skala lapangan relatif kecil (Pratiwi et al. 2016; Sager 2012; Wigena et al. 2001).

Menurut Solek-Podwika et al. (2016), kandungan unsur S yang tinggi ditemukan pada tanah yang berada di sekitar lokasi pertambangan sulfur. Likus-Cieřlik et al. (2018) menyatakan bahwa konsentrasi unsur S yang berlebih pada tanah dapat memberikan dampak negatif pada tanaman, seperti kerusakan akar dan daun serta terhambatnya pertumbuhan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata ukuran daun pada perlakuan S1 paling luas dibanding dengan perlakuan yang lain yaitu sebesar 64 cm². Ukuran daun pada perlakuan K, S0, dan S2 berturut-turut sebesar 7 cm², 49 cm² dan 44 cm². Ukuran daun pada penelitian ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan daun *stump* jati yang ditanam pada media tanah entisol yang dicampur dengan pupuk kandang dan sekam padi yang memiliki rerata panjang daun sebesar 38,06 cm dan lebar sebesar 21,87 cm (luas setara dengan 454 cm²) (Efendi 2011). Ukuran dan jumlah daun semai pada beberapa perlakuan disajikan pada Gambar 3.



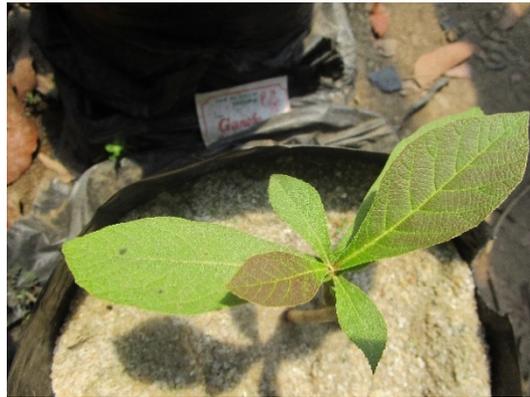
Gambar 3. (a) Ukuran dan (b) jumlah daun semai pada beberapa perlakuan konsentrasi unsur S.

Total jumlah daun pada perlakuan perlakuan S1 mencapai 20 helai. Jumlah tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah daun pada perlakuan S0 yang memiliki daun sebanyak 22 helai, tetapi lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan K dan S2 yang berturut-turut memiliki jumlah daun 12 dan 18 helai. Meskipun perlakuan S1 memiliki jumlah total daun paling banyak, tetapi selama pengamatan daun-daun tersebut banyak yang gugur sehingga di akhir pengamatan menyisakan jumlah daun yang paling sedikit.

Jumlah daun pada semai yang mendapat asupan hara pada penelitian ini (perlakuan S0, S1, dan S2) lebih banyak dibanding dengan jumlah daun dari *stump* jati yang ditanam pada media tanah entisol yang dicampur dengan pupuk kandang dan sekam padi yang memiliki rerata jumlah daun sebanyak 16 helai (Efendi 2011). Menurut Aisyah et al. (2017), jumlah daun jagung berkorelasi negatif dengan kandungan S di dalam tanah. Semakin tinggi kandungan S di dalam tanah maka jumlah daunnya semakin sedikit. Akan tetapi hubungan korelasi tersebut rendah. Menurut Efendi (2011), semakin tinggi dosis pupuk phoska, maka semakin banyak jumlah dan semakin besar pula ukurannya.

Morfologi Daun pada Perlakuan Kontrol

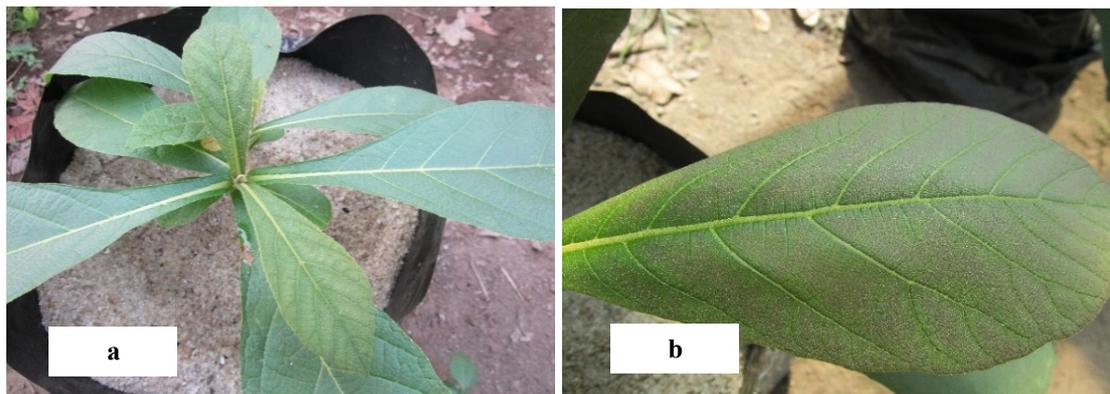
Kenampakan morfologi daun semai jati pada perlakuan kontrol ditunjukkan pada Gambar 4. Daun yang telah mencapai ukuran maksimal berwarna hijau kekuningan. Daun yang baru tumbuh berwarna keunguan, semakin lama warna keunguan memudar menjadi hijau kekuningan. Tidak ada perubahan bentuk pada daun yang mendapat perlakuan kontrol, hanya ukurannya saja yang dengan jelas tampak paling kecil dibandingkan dengan perlakuan yang lain (Gambar 3a) sedangkan untuk Morfologi daun semai jati pada perlakuan K disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi daun semai jati pada perlakuan K.

Morfologi Daun pada Perlakuan S0 (Tanpa Sulfur)

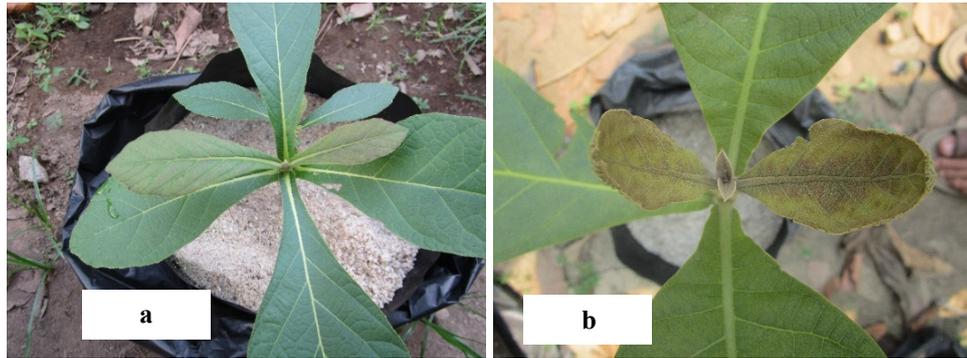
Gejala morfologi pada perlakuan S0 tampak pada daun muda. Pada daun yang baru tumbuh, di bagian antar tulang daun berwarna hijau pucat (Gambar 4a). Gejala tersebut muncul pada waktu 1 bulan setelah perlakuan hingga 2 bulan setelah perlakuan. Gejala berikutnya yang muncul adalah warna keunguan pada bagian antar tulang dan tepi daun (Gambar 4b). Tiga bulan setelah perlakuan sudah tidak muncul gejala baru pada daun muda.



Gambar 4. Morfologi daun semai jati pada perlakuan S0.

Morfologi Daun pada Perlakuan S1

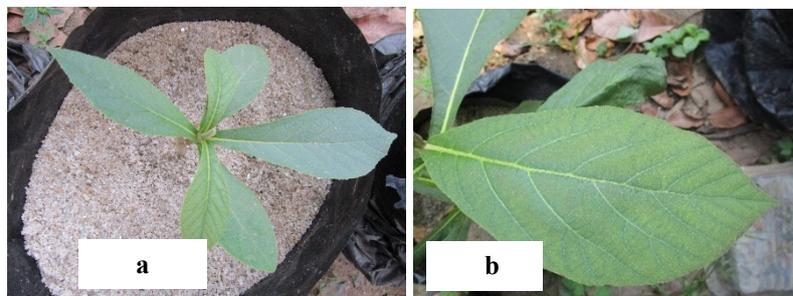
Pada perlakuan S1, di bagian antar tulang daun yang baru tumbuh berwarna hijau pucat keunguan dan tepi daun berwarna keunguan (Gambar 5a). Gejala tersebut muncul pada waktu 1,5 bulan setelah perlakuan hingga 2,5 bulan setelah perlakuan. Pada waktu 3 bulan setelah perlakuan, daun termuda mengalami gejala berupa bentuk tepi daun yang terbentuk tidak sempurna, daun berwarna hijau pucat dan pada bagian tengah berwarna keunguan (Gambar 5b).



Gambar 5. Morfologi daun semai jati pada perlakuan S1.

Morfologi Daun pada Perlakuan S2

Pada perlakuan S2 gejala juga muncul pada daun muda. Gejala yang muncul berupa interveinal klorosis, yaitu klorosis (warna menguning) pada bagian antar tulang daun. Gejala tersebut muncul pada waktu 1,5 bulan setelah perlakuan (Gambar 6a) hingga 2,5 bulan setelah perlakuan (Gambar 6 b).



Gambar 6. Morfologi daun semai jati pada perlakuan S2.

Berdasarkan pengamatan di atas, diketahui bahwa gejala yang tampak tidak terjadi pada seluruh bagian daun secara merata, tetapi hanya bagian tertentu saja, yaitu pada bagian antar tulang daun dan tepi daun. Gejala kerusakan yang muncul pada penelitian ini adalah klorosis di antara tulang daun, warna keunguan pada tepi dan antar tulang daun, serta tepi daun yang tidak terbentuk secara sempurna. Semua gejala tersebut terjadi pada daun muda. Menurut McCauley et al. (2011), S merupakan unsur hara *immobile* sehingga gejala defisiensi berawal dari organ yang lebih muda dulu.

Gejala defisiensi unsur S pada tanaman umumnya berupa daun berwarna hijau terang secara merata, bukan pada bagian tertentu yang berupa bercak maupun garis klorosis (McCauley et al. 2011). Lebih lanjut, McCauley et al. (2011) menjelaskan bahwa gejala defisiensi S sulit didiagnosa karena mirip dengan gejala defisiensi unsur N dan Mo. Silva et al. (2015) menyebutkan bahwa defisiensi N pada semai jati ditunjukkan dengan warna daun tua yang semakin memudar menjadi hijau pucat kemudian ujung daun menjadi menguning. Silva et al. (2015) menyebutkan semai jati yang mengalami defisiensi S memiliki daun muda yang berwarna hijau terang dibandingkan dengan daun jati yang mendapat kecukupan unsur hara. Veigas et al. (2012) juga menyebutkan jika daun muda mahoni yang kekurangan S berwarna hijau terang. Warna keunguan yang muncul pada daun diduga disebabkan oleh akumulasi antosianin yang terjadi ketika proses fisiologi tanaman terganggu (McCauley et al. 2011). Menurut Stewart et al. (2001), akumulasi antosianin disebabkan oleh kekurangan unsur N dan P.

Tepi daun yang tidak sempurna diakibatkan oleh dinding sel yang tidak terbentuk secara sempurna. Menurut McCauley et al. (2011), Ca merupakan komponen penyusun dinding sel, sehingga kekurangan Ca mengakibatkan ketidaknormalan pada bentuk daun. Silva et al.

(2015) menyebutkan semai jati yang mengalami defisiensi Ca menunjukkan gejala berupa pertumbuhan daun yang lambat dan tidak merata, daun mengalami perubahan bentuk dan tepi daun menggulung.

Gejala yang teramati pada penelitian ini berbeda dengan gejala yang teramati pada penelitian lain. Hal tersebut diduga disebabkan konsentrasi unsur hara makro esensial (N, P, K, Ca, dan Mg) yang digunakan pada penelitian ini belum optimal untuk semai jati unggul. Dengan demikian, terdapat kemungkinan jika gejala morfologi yang tampak pada penelitian ini tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh unsur S tetapi unsur yang lain. Untuk memastikan hal tersebut, perlu dilakukan analisis jaringan untuk mengetahui serapan S oleh semai sehingga dapat mengonfirmasi unsur hara apa yang menyebabkan gejala yang muncul. Dell et al. (2000) menyebutkan diagnosis defisiensi maupun toksisitas unsur hara melalui gejala visual dapat dikonfirmasi dengan analisis jaringan. Konsentrasi hara yang terkandung dalam jaringan merupakan kombinasi pengaruh dari ketersediaan unsur hara pada media dan kemampuan serapan oleh akar. Ketersediaan hara yang cukup dalam tanah tidak selalu disertai dengan serapan unsur hara yang baik oleh akar tanaman. Menurut Aisyah et al. (2017) aplikasi beberapa macam pupuk S tidak berpengaruh nyata terhadap serapan S oleh tanaman jagung.

SIMPULAN

Konsentrasi unsur hara makro N, P, K, Ca, dan Mg sebesar *full strength* perlakuan S1 (konsentrasi S sebesar 421 ppm) menghasilkan pertumbuhan tinggi, panjang internodia dan diameter yang terbaik yaitu berturut-turut sebesar 14,50 cm; 1,48 cm; dan 8,37 mm pada semai jati jenis unggul. Namun demikian, morfologi daun pada semua perlakuan menunjukkan gejala ketidaknormalan.

SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah Penelitian Dosen Muda Universitas Gadjah Mada 2016 atas dana penelitian yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A., and Fauzi, M. A. 2016. Pertumbuhan Klon Jati Asal Cepu dan Madiun Umur 10 Tahun pada Lahan Berbatu di Gunung Kidul. *Jurnal Hutan Tropis* 3(3): 253–259. DOI: 10.20527/JHT.V3I3.2277
- Aisyah, A., Suastika, I. W., and Suntari, R. 2017. Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur terhadap Residu, Serapan, serta Produksi Tanaman Jagung di Mollisol Jonggol, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(1): 93–101.
- Budiadi, Widiyatno, and Ishii, H. 2017. Response of a Clonal teak plantation to thinning and pruning in Java, Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science* 29(1): 44–53.
- Danapriatna, N. 2008. Peranan Sulfur Bagi Pertumbuhan Tanaman. *Paradigma: Jurnal Ilmu Pengetahuan Agama dan Budaya* 9(1): 39–52.
- Dell, B., Malajczuk, Xu, D., and Grove, T. S. 2000. *Nutrient Disorder in Plantation Eucalypts*. ACIAR, Canberra.
- Efendi, E. 2011. Respons Pertumbuhan Stump Jati (*Tectona grandis* L.f.) terhadap Dosis dan Waktu Aplikasi Pupuk Phoska. *Jurnal Floratek* 6(2): 181–191.

- Herwanda, R., Murdiono, W. E., and Koesriharti, K. 2017. Aplikasi Nitrogen dan Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*). *Jurnal Produksi Tanaman* 5(1): 46–53. DOI: 10.21176/PROTAN.V5I1.350
- Likus-Cieřlik, J., Pietrzykowski, M., and Chodak, M. 2018. Chemistry of Sulfur-Contaminated Soil Substrate from a Former Frasch Extraction Method Sulfur Mine Leachate with Various Forms of Litter in a Controlled Experiment. *Water, Air, and Soil Pollution* 229(3): 1–14. DOI: 10.1007/s11270-018-3716-2
- Marjenah. 2007. Pertumbuhan tanaman jati (*Tectona grandis* L. f) pada Beberapa Sistem Lahan di Kalimantan Timur. *Rimba Kalimantan Fakultas Kehutanan Unmul* 12(1): 43–50.
- McCauley, A., Jones, C., and Jacobsen, J. 2011. *Plant nutrient functions and deficiency and toxicity symptom. Nutrient Management Module No.9.*
- Muhajir, M., Muslimin, M., and Umar, H. 2015. Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* L.f) pada Perbandingan Media Tanah dan Pupuk Organik Limbah Kulit Kakao. *Jurnal Warta Rimba* 3(2): 80–87.
- Pandey, M., Singh, V. P., Kumar, N., Devi, M. T., and Kumar, D. 2014. Quality Parameters as Affected by Application of Different Sources and Levels of Sulfur in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environment and Ecology* 32(2): 590–598.
- Pratiwi, H., Aini, N., and Soelistyono, R. 2016. Effects of *Pseudomonas Fluorescens* and Sulfur on Nutrients Uptake, Growth and Yield of Groundnut in an Alkaline Soil. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 3(2): 507–516. DOI: 10.15243/JDMLM.2016.032.507
- Sager, M. 2012. Levels of Sulfur as an Essential Nutrient Element in the Soil-Crop-Food System in Austria. *Agriculture* 2(1): 1–11. DOI: 10.3390/agriculture2010001
- Silva, D. A. S., Vagas, I. de J. M., Okumura, R. S., da Silva Junior, M. L., Vagas, S. de F. S. da S., de Freitas, J. M. N., da Conceio, H. E. O., and de Oliveira Neto, C. F. 2015. Use of multi-dimensional scaling for analysis of teak plants (*Tectona grandis*) under omission of macronutrients. *Australian Journal of Crop Science* 9(5): 355–362.
- Sitompul, S. M. 2015. *Nutrisi Tanaman: Diagnosis Defisiensi Nutrisi Tanaman. Modul 2 Self-Propagating Entrepreneurial Education Development.*
- Sołek-Podwika, K., Ciarkowska, K., and Kaleta, D. 2016. Assessment of the risk of pollution by sulfur compounds and heavy metals in soils located in the proximity of a disused for 20 years sulfur mine (SE Poland). *Journal of Environmental Management* 180: 450–458. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.05.074
- Stewart, A. J., Chapman, W., Jenkins, G. I., Graham, I., Martin, T., and Crozier, A. 2001. The effect of nitrogen and phosphorus deficiency on flavonol accumulation in plant tissues. *Plant, Cell and Environment* 24(11): 1189–1197. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2001.00768.x
- Sudaryono, T. 2017. Respon Tanaman Bawang Merah terhadap Pemupukan Boron. *AGRIKA* 11(2): 161–169. DOI: 10.31328/JA.V11I2.485
- Suprpto, A. 2007. Pertumbuhan Bibit Jati (*Tectona Grandis* F. Lina) Pada Variasi Konsentrasi Dan Selang Waktu Pemberian Pupuk Organik. *Jurnal Penelitian Inovasi Universitas Tidar Magelang* 28(2): 190–204.
- Veigas, I. de J. M., Sousa, G. O. de, Silva, A. F. da, Carvalho, J. G. de, and Lima, M. M. 2012. Composição Mineral e Sintomas Visuais de Deficiências de Nutrientes em Plantas de Pimenta-Longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). *Acta Amazonica* 43(1): 43–50. DOI: 10.1590/s0044-59672013000100006
- Wati, Y. T., Nurlaelih, E. E., and Santoso, M. 2015. Pengaruh Aplikasi Biourin pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal*

- Produksi Tanaman* 2(8): 613–619. DOI: 10.21176/PROTAN.V2I8.151
- Wigena, I. G. P., Rachim, A., Santoso, D., and Saleh, A. 2001. Pengaruh Kapur Terhadap Transformasi Sulfur-Sulfat pada Oxic Dystrudepts dan Kaitannya dengan Hasil Kacang Tanah. *Jurnal Tanah dan Iklim* 19(1): 27–36.
- Wihardjaka, A., and Poniman. 2015. Kontribusi Hara Sulfur terhadap Produktivitas Padi dan Emisi Gas Rumah Kaca di Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan* 10(1): 9–17.