

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

93defbc9f47b117aafb36b3e0ed36b923e373ea928212b92a63ef0058d922310

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

RESPON MORFOFISIOLOGI DAN SENSITIVITAS LIMA JENIS TANAMAN HUTAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN DAN GENANGAN

*(The Responses of Morphophysiology and Sensitivity of Five Species Forest Plants
to Drought Stress and Inundation)*

*Naning Yuniarti¹, Yossa Istiadi², and/ dan Dede J. Sudrajat¹

¹ Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, Kehutanan, Kebun Raya Bogor,
Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor, Jawa Barat, Indonesia

² Program studi Manajemen Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Pakuan
Jl. Pakuan, Tegallega. Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor. Jawa Barat 16143
e-mail: naningbtp@yahoo.co.id

Naskah masuk: 17 Januari 2022; Naskah direvisi: 16 April 2022 ; Naskah diterima: 22 Agustus 2022

ABSTRACT

The failure of planting in the field is due to the fact that the seedling of forest plant species is not able to adapt to drought stress and inundation. The study is aimed to evaluate: (1) the influence of environmental stress and species on the morphology of tree seedlings, and (2) the influence of environmental stress and species on the sensitivity responses of tree seedlings. The species used are kayu putih (Meulaleuca cajuputi), matoa (Pometia pinnata), balsa (Ochroma pyramidale), ebony (Diospyros celebica), and meranti tembaga (Shorea leprosula). There are 5 treatments of stressing, i.e: field capacity of 100%, 75%, 50%, 25%, and waterlogged treatment. The research shows that : (1) The treatments of stressing and species used take effect on all growth responses of seedling morphology. All the observed species have decreased morphology, in line with the decreasing of field capacity (KL) of 100% down to 25% KL and stressing treatments, (2) Treatment of plant species affects plant sensitivity index, and (3) Kayu Putih is drought sensitive but waterlogged tolerant. Balsa is drought and waterlogged sensitives. Meranti tembaga is drought tolerant but waterlogged sensitive. Meanwhile, ebony and matoa are sensitive to waterlogging.

Keywords: Forest tree seedlings, morphology, stressing, sensitivity

ABSTRAK

Gagalnya penanaman di lapangan diantaranya akibat bibit jenis-jenis tanaman hutan tidak mampu beradaptasi terhadap cekaman kekeringan dan genangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: (1) Pengaruh perlakuan cekaman lingkungan dan jenis tanaman terhadap morfologi bibit tanaman, (2) Pengaruh perlakuan cekaman lingkungan dan jenis tanaman terhadap sensitivitas tanaman, dan (3) Respon sensitivitas jenis tanaman berdasarkan Indeks Sensitivitas. Jenis yang digunakan yaitu kayu putih (Meulaleuca cajuputi), matoa (Pometia pinnata), balsa (Ochroma pyramidale), eboni (Diospyros celebica) dan meranti tembaga (Shorea leprosula). Perlakuan cekaman menggunakan 5 perlakuan, yaitu kapasitas lapang 100%, 75%, 50%, 25%, dan perlakuan genangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) perlakuan cekaman lingkungan dan jenis tanaman berpengaruh terhadap semua respon pertumbuhan morfologi bibit, (2) perlakuan jenis tanaman berpengaruh terhadap sensitivitas tanaman, dan (3) kayu putih termasuk jenis yang peka terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang toleran terhadap genangan. Balsa merupakan jenis yang peka terhadap kekeringan dan genangan. Meranti tembaga adalah jenis yang toleran terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Namun eboni dan matoa termasuk jenis yang peka terhadap genangan.

Kata kunci : Bibit tanaman hutan, cekaman, morfologi, sensitivitas

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan kawasan hutan mencapai 125 juta hektar (KLHK, 2018) yang merupakan rumah bagi berbagai kehidupan. Keanekaragaman hayati yang ada di dalam hutan Indonesia

merupakan terbesar ketiga setelah Brazil dan Kolombia. Selain itu, hutan Indonesia merupakan salah satu dari tiga wilayah hutan yang mampu menjaga keseimbangan iklim global, selain hutan Amazon di Amerika Latin dan hutan tropis di Kongo (Afrika) sehingga

*Kontribusi penulis: Naning Yuniarti sebagai kontributor utama

disebut sebagai paru paru dunia yang keberadaannya sangat penting bagi seluruh kehidupan (KLHK, 2018). Selama beberapa dekade, eksploitasi terhadap hutan yang berlebihan telah berlangsung secara masif sehingga meninggalkan hutan-hutan terdegradasi yang hampir kehilangan fungsinya dan sangat rawan terbakar (Wijaya *et al.*, 2017) Akibat kerusakan hutan telah menjadikan Indonesia sebagai negara pencemar polusi ketiga terbesar di dunia setelah Amerika dan Cina (Wijaya *et al.*, 2017). Dari 85% emisi yang dihasilkan Indonesia, bersumber dari deforestasi atau penggundulan hutan dan konversi lahan gambut (Wijaya *et al.*, 2017).

Deforestasi telah meningkatkan luasan lahan kritis. Hingga tahun 2018, luas lahan kritis masih sangat luas, yaitu \pm 14,01 juta hektar (KLHK, 2020). Deforetasi juga melepas gas rumah kaca dalam jumlah sangat besar yang menyumbang terjadinya perubahan iklim dan berdampak pada perubahan pola cuaca (Pearson *et al.*, 2017). Menurut Tim Sintesis Kebijakan Kementerian Pertanian KLHK (2018), perubahan iklim akan menyebabkan: (a) seluruh wilayah Indonesia mengalami kenaikan suhu udara, dengan laju yang lebih rendah dibandingkan wilayah subtropis; (b) wilayah selatan Indonesia mengalami penurunan curah hujan, sedangkan wilayah utara akan mengalami peningkatan curah hujan. Meningkatnya hujan pada musim hujan

menyebabkan tingginya frekuensi kejadian banjir, sedangkan menurunnya hujan pada musim kemarau akan meningkatkan risiko kekekeringan.

Penurunan luas area berhutan dan peningkatan luas lahan kritis telah mengakibatkan ancaman perubahan iklim makin besar sehingga perlu mitigasi yang salah satunya adalah dengan penghutanan kembali atau rehabilitasi hutan dan lahan kritis (KLHK, 2018). Di lain pihak, kekeringan dan banjir atau genangan air seringkali membatasi kisaran potensial banyak jenis dengan mempengaruhi kelangsungan hidup bibit, potensi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sudrajat *et al.*, 2015; Hidayati & Suyanto, 2015; Yulianti & Sudrajat, 2016) Kekeringan dan genangan air berpengaruh lebih nyata pada tahap awal pertumbuhan tanaman (Sudrajat *et al.*, 2015; Hidayati & Suyanto, 2015; Yulianti & Sudrajat, 2016) dan membahayakan kehidupan tanaman khususnya tanaman muda (Djazuli, 2010). Dengan demikian, untuk meningkatkan keberhasilan rehabilitasi hutan, maka kuncinya adalah bagaimana bibit-bibit tersebut mampu beradaptasi terhadap kekeringan dan genangan air, yang merupakan kondisi kritis untuk kegiatan silvikultur beberapa jenis tanaman hutan potensial.

Keragaman jenis tanaman Indonesia berhubungan juga dengan keragamannya dalam adaptasi terhadap cekaman kekeringan dan

genangan (Yulianti & Sudrajat, 2016). Respon adaptasi jenis tanaman terhadap cekaman tersebut dapat diamati secara fisik, kimia dan fisiologisnya (Yulianti & Sudrajat, 2016). Jenis-jenis tanaman yang adaptif terhadap cekaman juga dapat dikaji dari indek sensitivitas cekaman dan indek toleransi cekamannya (Lapanjang *et al.*, 2008; Sudrajat *et al.*, 2015; Yulianti & Sudrajat, 2016).

Informasi kemampuan adaptasi jenis-jenis tanaman hutan terhadap cekaman kekeringan dan genangan pada tingkat bibit sangat penting untuk mendukung keberhasilan penanaman. Masih sedikit informasi mengenai jenis-jenis tanaman khususnya tanaman hutan tropis yang mampu beradaptasi terhadap kondisi cekaman lingkungan (kekeringan atau genangan air) seringkali mengakibatkan kegagalan penanaman pada kondisi ekstrem tersebut. Penelitian ini menggunakan 5 (lima) jenis bibit tanaman hutan yang sangat potensial karena memiliki nilai ekonomis, ekologis dan konservasi yang tinggi, yaitu kayu putih (*Melaleuca leucadendra* L.), matoa (*Pometia pinnata* Forst & Forst), balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.), eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) dan meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.). Dengan diketahuinya jenis-jenis tanaman yang bisa tumbuh dengan baik pada kondisi cekaman lingkungan yang ekstrim yaitu kondisi kekeringan dan genangan air, maka akan menunjang keberhasilan program

penanaman yang secara langsung akan berdampak perbaikan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) pengaruh perlakuan cekaman lingkungan dan jenis tanaman terhadap morfologi bibit tanaman, (2) pengaruh perlakuan cekaman lingkungan dan jenis tanaman terhadap sensitivitas tanaman, dan (3) respon sensitivitas jenis tanaman berdasarkan Indeks Sensitivitas.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan (BP2TPTH Bogor). Waktu penelitian selama enam bulan, yaitu September 2021 sampai Nopember 2021.

Jenis bibit tanaman yang digunakan adalah kayu putih, matoa, balsa, eboni, dan meranti tembaga. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara: pot plastik berukuran tinggi 15 cm dan lebar 20 cm, kolam buatan ukuran panjang 250 cm, lebar 250 cm, dan kedalaman 25 cm, terpal plastik ukuran panjang 3 m dan lebar 3 m, media tanah, penggaris, kaliper, dan alat tulis.

B. Prosedur Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah Rancangan Faktorial pola Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu jenis tanaman dan tingkat cekaman sebagai berikut:

Faktor A : Jenis tanaman

- A-1 = Kayu putih
- A-2 = Balsa
- A-3 = Meranti tembaga
- A-4 = Eboni
- A-5 = Matoa

Faktor B : Tingkat cekaman

- B-1 = Kontrol (Kapasitas lapang 100%)
- B-2 = Kapasitas lapang 75%
- B-3 = Kapasitas lapang 50%
- B-4 = Kapasitas lapang 25%
- B-5 = Genangan

Bibit yang digunakan berumur 3-4 bulan (rata-rata tinggi bibit 30 cm) dan sehat, dipilih untuk dijadikan sampel dalam penelitian dan dipindahkan ke pot plastik berukuran tinggi 15 cm dan lebar 20 cm. Kemudian bibit dipelihara dalam pot plastik selama 1 bulan untuk selanjutnya diberikan perlakuan cekaman.

Bibit dengan perlakuan cekaman kekeringan diletakkan di dalam rumah kaca. Bibit dengan perlakuan cekaman selalu tergenang air, diletakkan dalam kolam buatan yang selalu terisi air. Perlakuan cekaman menggunakan 5 perlakuan, yaitu perlakuan cekaman kekeringan dengan menggunakan kapasitas lapang 100%, 75%, 50%, 25%, dan perlakuan genangan air. Masing-masing perlakuan menggunakan 15 bibit sebagai ulangan.

Bibit kayu putih, balsa, eboni, matoa dan meranti tembaga dalam kondisi terkontrol di rumah kaca untuk mengidentifikasi sensitivitas tanaman pada kondisi cekaman yang berbeda (perlakuan cekaman kekeringan pada kapasitas lapang 100%, 75%, 50%, 25%, serta perlakuan

genangan air). Untuk setiap jenis, 15 bibit dari masing-masing perlakuan cekaman diambil secara acak dari polibag dan ditempatkan pada pot tanaman.

Penelitian perlakuan cekaman dilakukan di rumah kaca selama 90 hari (3 bulan). Untuk mengetahui sensitivitas dari masing-masing jenis tanaman dilakukan penghitungan Indeks Sensitivitas berdasarkan respon pertumbuhan tinggi dan diameter bibit. Selain itu juga dilakukan pengukuran mengenai parameter morfologi bibit, yaitu meliputi: tinggi, diameter dan jumlah daun.

C. Analisis Data

1. Pertumbuhan morfologi bibit

Data hasil pengukuran dilakukan analisis ragam dua arah model linear dari analisis Faktorial pola RAL:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + E_{ijk} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan pertumbuhan morfofisiologis bibit pada jenis tanaman ke-i, perlakuan cekaman ke-j, dan ulangan ke-k
- μ = Nilai rata-rata umum
- A_i = Pengaruh faktor jenis tanaman ke-i
- B_j = Pengaruh faktor perlakuan cekaman ke-j
- E_{ijk} = Kesalahan percobaan akibat pengaruh faktor jenis tanaman ke-i, perlakuan cekaman ke-j, dan ulangan ke-k

Untuk menguji pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap pertumbuhan bibit (tinggi, diameter dan jumlah

daun), maka dilakukan analisis sidik ragam. Apabila perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji beda *Duncan's multiple range test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 99% dan 95%.

2. Indeks Sensitivitas Tanaman

Untuk mengetahui sensitivitas dari masing-masing jenis tanaman, yaitu dengan cara menghitung Indeks Sensitivitas (IS) berdasarkan pertumbuhan tinggi diameter bibit dan jumlah daun. Jenis tanaman dikatakan toleran terhadap cekaman kekeringan/genangan air jika mempunyai nilai $IS < 0,5$, agak toleran jika $0,5 \leq IS \leq 1,00$ dan peka jika $IS > 1,00$ (Fischer & Maurer, 1978). Indeks sensitivitas yang dihitung berdasarkan rumus (Fischer & Maurer, 1978):

$$IS = (1 - Y_s / Y_p) / (1 - X_s / X_p) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

Y_s = Nilai pertumbuhan persen hidup, tinggi atau diameter pada kondisi cekaman (kapasitas lapang 25%; 50%; 75%, dan genangan air)

Y_p = Nilai pertumbuhan persen hidup, tinggi atau diameter pada kondisi normal (kapasitas lapang 100% atau kontrol)

X_s = Nilai pertumbuhan rata-rata persen hidup, tinggi atau diameter pada kondisi cekaman (kapasitas lapang 25%; 50%; 75%, dan genangan air) semua jenis

X_p = Nilai pertumbuhan rata-rata persen hidup, tinggi atau diameter pada kondisi cekaman (kapasitas lapang 25%; 50%; 75%, dan genangan air)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pertumbuhan morfologi bibit

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan cekaman lingkungan (kekeringan dan genangan air) dan jenis tanaman terhadap pertumbuhan morfologi tanaman hutan pada tingkat bibit siap tanam, dilakukan analisis keragaman (Anova) dari masing-masing parameter morfologi bibit, yaitu tinggi bibit, diameter bibit, dan jumlah daun.

a. Tinggi bibit

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap tinggi bibit disajikan pada Tabel 1.

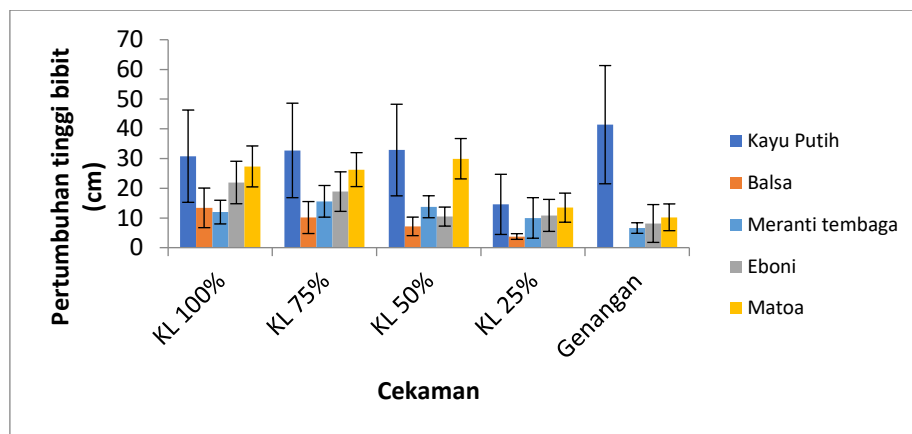
Tabel (Table) 1. Analisis ragam pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap tinggi bibit (*Analysis of variance the influence of species and stress level on seedling height*)

Sumber keragaman/ <i>Diversity source</i>	Jumlah kuadrat/ <i>Sum of squares</i>	Derajat bebas/ <i>Free degrees</i>	Kuadrat tengah/ <i>Middle square</i>	F-hitung/ <i>F-count</i>	F-tabel (0,01)/ <i>F-table (0,01)</i>
Jenis tanaman/ <i>species(A)</i>	17206,9	4	4301,723	54,993**	3,383
Tingkat cekaman/ <i>Stress level (B)</i>	4065,5	4	1016,375	12,993**	3,383
Interaksi/ <i>Interaction (AB)</i>	6849,43	15	456,629	5,837**	2,099
Galat/ <i>Error</i>	23310,6	298	78,223		
Total	55171,2	321			

Keterangan (*Remarks*): * = berbeda nyata pada taraf 5%, : ** = berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (*different real at the level of 5%, : ** = different real at the level of 1%, tn = unreal*)

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa interaksi faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit. Untuk mengetahui perbedaan

perlakuan yang nyata maka selanjutnya dilakukan uji beda nilai tengah dengan menggunakan Uji Duncan (Gambar 1).



Gambar (Figure) 1. Rata-rata pertumbuhan tinggi bibit berdasarkan interaksi pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman (*The average growth of seedling height based on the interaction of the influence of plant species and stress levels*)

Pada Gambar 1, menunjukkan bahwa dengan semakin berkurangnya kapasitas lapang (KL) dari KL 100% sampai KL 25% akan menyebabkan menurunnya nilai tinggi bibit untuk semua jenis tanaman. Bibit kayu putih pada perlakuan cekaman genangan air, dapat

menghasilkan nilai tinggi bibit tertinggi dibandingkan dengan empat jenis lainnya.

b. Diameter bibit

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap diameter bibit disajikan pada Tabel 2.

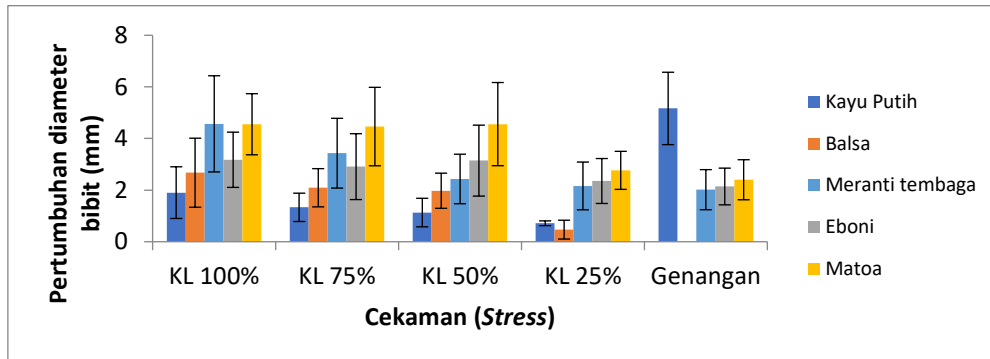
Tabel (Table) 2. Analisis ragam pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap diameter bibit (*Analysis of variance of the influence of various species and stress level on seedling diameter*)

Sumber keragaman/ Diversity source	Jumlah kuadrat/ Sum of squares	Derajat bebas/ Free degrees	Kuadrat tengah/ Middle square	F-hitung/ F-count	F-tabel (0,01)/ F-table (0,01)
Jenis tanaman/ species (A)	132,611	4	33,153	26,432**	3,383
Tingkat cekaman/ Stress level (B)	76,556	4	19,139	15,259**	3,383
Interaksi/ Interaction (AB)	252,426	15	16,828	13,417**	2,099
Galat/Error	373,77	298	1,254		
Total	822,064	321			

Keterangan (Remarks): * = berbeda nyata pada taraf 5%, : ** = berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (* = real difference at the level of 5%, : ** = real difference at the level of 1%, tn = unreal)

Dari Tabel 2 diketahui bahwa interaksi faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman berpengaruh nyata terhadap diameter bibit.

Untuk mengetahui perbedaan perlakuan yang nyata maka dilakukan Uji Duncan (Gambar 2).



Gambar (Figure) 2. Rata-rata pertumbuhan diameter bibit berdasarkan interaksi pengaruh faktor jenis tanaman dan perlakuan cekaman (*Average growth of seedling diameter based on the interaction of the influence of plant species and stress treatment*)

Dari Gambar 2, diketahui bahwa dengan semakin berkurangnya kapasitas lapang (KL) dari KL 100% sampai KL 25% akan menyebabkan menurunnya nilai diameter bibit untuk semua jenis tanaman. Bibit kayu putih pada perlakuan cekaman genangan air, dapat

menghasilkan nilai diameter bibit tertinggi dibandingkan dengan empat jenis lainnya.

c. Jumlah daun

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap diameter bibit disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Analisis ragam pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap jumlah daun (*Analysis of variance of the influence of species and stress level on the number of leaves*)

Sumber keragaman/ <i>Diversity source</i>	Jumlah kuadrat/ <i>Sum of squares</i>	Derajat bebas/ <i>Free degrees</i>	Kuadrat tengah/ <i>Middle square</i>	F-hitung/ <i>F-count</i>	F-tabel (0,01)/ <i>F-table (0,01)</i>
Jenis tanaman / <i>Species (A)</i>	25277,2	4	6319,305	20,274**	3,383
Tingkat cekaman/ <i>Stress level (B)</i>	18222	4	4555,501	14,615**	3,383
Interaksi/ <i>Interaction (AB)</i>	26122,9	15	1741,524	5,587**	2,099
Galat/ <i>Error</i>	92886,7	298	311,7		
Total	175953	321			

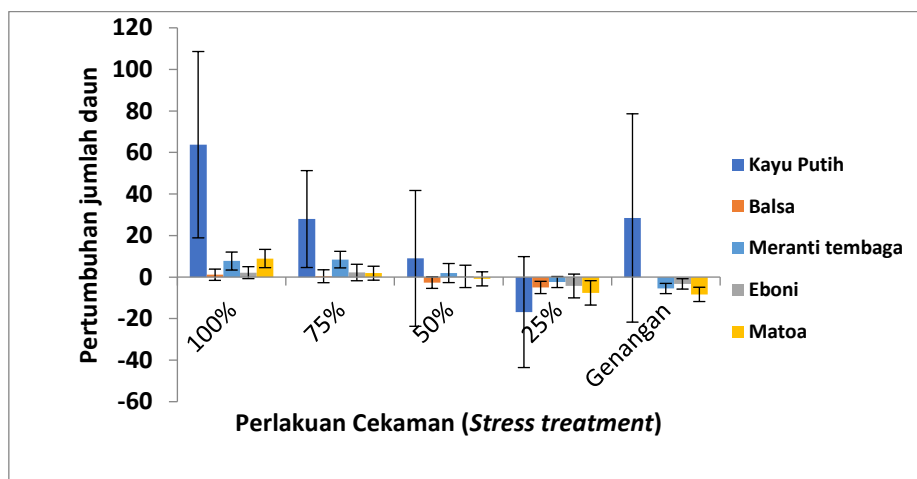
Keterangan (Remarks): * = berbeda nyata pada taraf 5%, : ** = berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (*different real at the level of 5%, : ** = different real at the level of 1%, tn = unreal*)

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Untuk mengetahui perbedaan perlakuan

yang nyata maka selanjutnya dilakukan uji beda nilai tengah dengan menggunakan Uji Duncan (Gambar 3). Pada Gambar 3, menunjukkan bahwa dengan semakin berkurangnya kapasitas

lapang (KL) dari KL 100% sampai KL 25% dan perlakuan cekaman genangan air akan menyebabkan menurunnya jumlah daun bibit untuk semua jenis tanaman. Bibit kayu putih

pada perlakuan cekaman genangan air, dapat menghasilkan jumlah daun yang terbanyak dibandingkan dengan empat jenis lainnya.



Gambar (Figure) 3. Rata-rata pertumbuhan jumlah daun berdasarkan interaksi pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman (Average growth in the number of leaves based on the interaction of the influence of species and stress level)

2. Indeks sensitivitas.

Untuk mengetahui pengaruh tingkat cekaman lingkungan (kekeringan dan genangan air) dan jenis tanaman terhadap indeks sensitivitas tanaman, dilakukan analisis keragaman (Anova) berdasarkan respon tinggi bibit, diameter bibit, dan jumlah daun.

a. Tinggi bibit

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon tinggi bibit disajikan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 4. Analisis ragam pengaruh jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon tinggi bibit (Analysis of variance of influence of species and stress levels on the plant sensitivity index based on the response of seedling height)

Sumber keragaman/ Diversity source	Jumlah kuadrat/ Sum of squares	Derajat bebas/ Free degrees	Kuadrat tengah/ Middle square	F-hitung/ F-count	F-tabel (0,01)/ F-table (0,01)
Jenis tanamant/ Species (A)	468,449	4	30,282	0,14 ^{tn}	2,007
Tingkat cekaman/ Stress level (B)	90,846	3	30,589	0,14 ^{tn}	3,873
Interaksi/ Interaction (AB)	336,481	11	55,596	0,26 ^{tn}	2,330
Galat/Error	12064,4	217			
Total	13875	236			

Keterangan (Remarks): * = berbeda nyata pada taraf 5%, : ** = berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (* = berbeda nyata pada taraf 5%, : ** = berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata)

Faktor perlakuan jenis tanaman, faktor tingkat cekaman dan interaksi faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon tinggi bibit (Tabel 4). Namun, jenis tanaman berpengaruh signifikan

b. Diameter Bibit

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon diameter bibit disajikan pada Tabel 5.

Tabel (Table) 5. Analisis ragam pengaruh jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon diameter bibit (*Analysis of variance of the influence of species and stress levels on the plant sensitivity index based on the response of seedling diameter*)

Sumber keragaman/ <i>Diversity source</i>	Jumlah kuadrat/ <i>Sum of squares</i>	Derajat bebas/ <i>Free degrees</i>	Kuadrat tengah/ <i>Middle square</i>	F-hitung/ <i>F-count</i>	F-tabel (0,01)/ <i>F-table (0,01)</i>
Jenis tanaman/ <i>species</i> (A)	114,797	4	28,699	0,515 ^{tn}	2,007
Tingkat cekaman/ <i>Stress level</i> (B)	2,549	3	0,85	0,015 ^{tn}	3,873
Interaksi/ <i>Interaction</i> (AB)	163,381	11	14,853	0,267 ^{tn}	2,330
Galat/ <i>Error</i>	12142,2	218	55,698		
Total	12605,4	237			

Keterangan (*Remarks*): * = berbeda nyata pada taraf 5%, ** =berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (* = real difference at the level of 5%, **: * = real difference at the level of 1%, tn = unreal)

Pada Tabel 5 diketahui bahwa faktor perlakuan jenis tanaman, tingkat cekaman, dan interaksi faktor jenis tanaman dan perlakuan cekaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon diameter bibit.

c. Jumlah daun

Analisis keragaman (Anova) pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon jumlah daun disajikan pada Tabel 6.

Tabel (Table) 6. Analisis ragam pengaruh faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon jumlah daun (*Analysis of variance of the influence of species and stress level on the plant sensitivity index based on the response to the number of leaves*)

Sumber keragaman/ <i>Diversity source</i>	Jumlah kuadrat/ <i>Sum of squares</i>	Derajat bebas/ <i>Free degrees</i>	Kuadrat tengah/ <i>Middle square</i>	F-hitung/ <i>F-count</i>	F-tabel (0,01)/ <i>F-table (0,01)</i>
Jenis tanaman/ <i>species</i> (A)	149,169	4	37,292	0,13 ^{tn}	2,007
Tingkat cekaman/ <i>Stress level</i> (B)	282,931	3	94,31	0,33 ^{tn}	3,873
Interaksi/ <i>Interaction</i> (AB)	289,183	11	26,289	0,09 ^{tn}	2,330
Galat/ <i>Error</i>	57558,3	200	287,792		
Total	58918	219			

Keterangan (*Remarks*): * = berbeda nyata pada taraf 5%, ** =berbeda nyata pada taraf 1%, tn = tidak nyata (* = real difference at the level of 5%, **: * = real difference at the level of 1%, tn = unreal)

Dari Tabel 6 menunjukkan bahwa faktor perlakuan jenis tanaman, tingkat cekaman, dan interaksi faktor jenis tanaman dan perlakuan cekaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon jumlah daun.

3. Hasil perhitungan indeks sensitivitas

Nilai indeks sensitivitas (IS) untuk respon tinggi bibit, diameter bibit, dan jumlah daun pada jenis kayu putih, meranti tembaga, eboni, balsa, dan matoa berdasarkan tingkat cekaman lingkungan disajikan pada Tabel 7.

Tabel (Table) 7. Nilai indeks sensitivitas (IS) untuk respon persen hidup, tinggi dan diameter bibit dari masing-masing jenis berdasarkan tingkat cekaman lingkungan (*Sensitivity index (IS) values for living percent response, height and diameter of seedlings of each type based on environmental treatment*)

Respon/ Response	Jenis/Type	Nilai indeks sensitivitas (IS) dan kategorinya/ <i>Sensitivity index (IS) values and their categories</i>							
		KL 75%		KL 50%		KL 25%		Genangan/ <i>waterlogged</i>	
Tinggi bibit/ <i>Seedling height</i>	Kayu putih	-3,61	toleran	-0,63	toleran	1,05	Peka	-1,61	toleran
	Balsa	14,02	peka	4,36	Peka	1,44	Peka	-	mati
	Meranti tembaga	-17,46	toleran	-1,41	toleran	0,33	Toleran	2,10	peka
	Eboni	8,04	peka	4,90	Peka	1,01	Peka	2,95	peka
	Matoa	2,24	peka	-0,89	toleran	1,01	Peka	2,94	peka
Diameter bibit/ <i>Diameter of seedlings</i>	Kayu putih	1,91	peka	1,88	Peka	1,25	Peka	-13,06	toleran
	Balsa	1,39	peka	1,21	Peka	1,65	Peka	-	mati
	Meranti tembaga	1,59	peka agak	2,17	Peka	1,06	Peka agak	4,25	peka
	Eboni	0,53	toleran	0,05	toleran	0,52	toleran agak	2,48	peka
	Matoa	0,13	toleran	0,01	toleran	0,79	toleran	3,60	peka
Jumlah daun/ <i>Number of leaves</i>	Kayu putih	1,10	peka	0,95	agak toleran	0,88	agak toleran	0,67	agak toleran
	Balsa	1,26	peka	3,69	peka	3,78	Peka		
	Meranti tembaga	-0,17	toleran	0,83	agak toleran	0,91	agak toleran	2,06	peka
	Eboni	-0,06	toleran	0,93	agak toleran	2,10	Peka	3,05	peka
	Matoa	1,54	peka	1,21	peka	1,29	Peka	2,33	peka

Keterangan (*Remarks*): Kapasitas Lapang (KL) 75 %; Kapasitas Lapang (KL) 50%; Kapasitas lapang (KL) 25 %; Genangan (*Field capacity (KL) 75%; Field capacity (KL) 50 %; Field capacity (KL)25 %; waterlogged*)

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa pada perhitungan nilai Indeks sensitivitas (IS) untuk respon tinggi bibit menunjukkan bahwa jenis yang termasuk peka terhadap cekaman kekeringan adalah jenis tanaman kayu putih,

balsa, eboni dan matoa. Jenis meranti tembaga termasuk jenis yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Namun, pada perlakuan cekaman genangan air ternyata jenis balsa, meranti tembaga, eboni dan matoa termasuk jenis yang

peka terhadap cekaman genangan air. Jenis kayu putih termasuk jenis yang toleran terhadap cekaman genangan air.

Nilai indeks sensitivitas (IS) untuk respon diameter bibit menunjukkan bahwa pada perlakuan cekaman kapasitas lapang 25%, jenis yang termasuk peka terhadap cekaman kekeringan adalah jenis kayu putih, balsa, dan eboni. Jenis eboni dan matoa termasuk jenis yang agak toleran terhadap cekaman kekeringan. Namun pada perlakuan cekaman genangan air ternyata jenis yang peka terhadap cekaman genangan air yaitu jenis balsa, meranti tembaga, eboni dan matoa. Jenis kayu putih termasuk jenis yang toleran terhadap cekaman genangan air.

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas (IS) untuk respon jumlah daun menunjukkan bahwa jenis yang termasuk peka terhadap cekaman kekeringan adalah jenis balsa, eboni, dan matoa. Jenis kayu putih dan meranti tembaga termasuk jenis yang agak toleran terhadap cekaman kekeringan. Pada perlakuan cekaman genangan air, maka balsa, meranti tembaga, eboni dan matoa termasuk jenis yang peka terhadap cekaman genangan air. Kayu putih merupakan jenis agak toleran terhadap cekaman genangan air.

B. Pembahasan

1. Pertumbuhan morfologi bibit

Interaksi perlakuan faktor jenis tanaman dan tingkat cekaman berpengaruh nyata terhadap respon pertumbuhan morfologi bibit,

yaitu tinggi bibit, diameter bibit, dan jumlah daun. Respon pertumbuhan morfologi bibit tanaman pada kondisi kekeringan atau kondisi genangan, dapat menjadi salah satu indikator penting untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman terhadap kondisi cekaman air (Li *et al.*, 2011).

Pada umumnya semua jenis bibit tanaman yang diteliti, yaitu kayu putih, matoa, balsa, eboni, dan meranti tembaga mengalami penurunan tinggi bibit, diameter bibit, dan jumlah daun dengan semakin berkurangnya kapasitas lapang (KL) dari KL 100% sampai KL 25% dan tingkat cekaman genangan. Tinggi bibit, pada jenis balsa terjadi penurunan dari 13,4 cm menjadi 3,75 cm; eboni dari 21,93 cm menjadi 8,14 cm; kayu putih dari 30,8 cm menjadi 14,57 cm; matoa dari 27,33 cm menjadi 10,21 cm; meranti dari 11,97 cm menjadi 6,60 cm. Diameter bibit untuk jenis balsa, terjadi penurunan dari 2,67 mm menjadi 0,47 mm; eboni dari 3,18 mm menjadi 2,14 mm; kayu putih dari 1,90 mm menjadi 0,72 mm; matoa dari 4,55 mm menjadi 2,40 mm; meranti dari 4,57 mm menjadi 2,02 mm. Jumlah daun untuk bibit balsa menurun dari 6 helai menjadi 1 helai; eboni dari 5 helai menjadi 2 helai; kayu putih dari 64 helai menjadi 17 helai; matoa dari 17 helai menjadi 8 helai; meranti dari 14 helai menjadi 6 helai. Jadi nilainya semakin rendah seiring dengan meningkatnya level kekeringan (berkurangnya kapasitas lapang) dan pada kondisi genangan.

Dilihat dari tinggi bibit, untuk KL 25%, nilai tertinggi dihasilkan oleh jenis kayu putih dan terendah pada jenis balsa. Untuk nilai diameter, menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan diameter bibit tertinggi diperoleh pada jenis matoa, dan terendah jenis balsa.

Pada perlakuan genangan, bibit kayu putih dapat menghasilkan nilai persen hidup, tinggi dan diameter tertinggi dibandingkan dengan jenis-jenis lainnya. Namun, nilai terendah diperoleh pada jenis balsa, karena pada perlakuan genangan, bibit balsa mati semua.

Selain tinggi dan diameter, kondisi cekaman juga berpengaruh kepada jumlah daun. Variabel ini cukup penting untuk menunjang pertumbuhan bibit yang ideal, karena daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesa, yaitu proses pembuatan cadangan makanan untuk pertumbuhan (Rucker *et al.*, 1995). Apabila jumlah daun berkurang, maka akan menurunkan total luas permukaan daun, sehingga akan mengakibatkan menurun pula proses fotosintesa serta cadangan makanan yang terbentuk akan menurun pula (Rucker *et al.*, 1995). Hal ini bisa menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan metabolisme lainnya sehingga dapat berujung pada kematian (Purwanto, 2003) Secara umum tanaman dalam keadaan cekaman kekeringan memiliki luas daun dan ratio berat daun yang lebih rendah dibanding yang tidak mengalami cekaman (Purwanto, 2003).

Terjadi penurunan tinggi dan diameter bibit pada kondisi perlakuan KL 25% merupakan proses umum terjadi pada tanaman yang mengalami gejala kekeringan (kekurangan air). Penurunan persen hidup pada kondisi tergenang air merupakan gejala kelebihan air pada kapasitas lapang bagi proses metabolismenya. Pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia, sampai suatu batas tertentu (Soetrisno, 1996 dalam Yulianti *et al.*, 2012) Pada saat pasokan air tidak mencukupi kebutuhan evapotranspirasi, maka tanaman akan mengalami stress air (Soetrisno, 1996 dalam Yulianti *et al.*, 2012)

Pertumbuhan tanaman yang melambat pada fase kekeringan pada dasarnya merupakan bentuk adaptasi untuk bertahan hidup. Anggraeni *et al.* (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan akan melambat saat terjadi kekeringan, agar bibit tetap mampu mempertahankan fungsi fisiologisnya. Menurut Bramasto *et al.* (2015) proses ini umum terjadi pada tanaman yang mengalami gejala kekeringan atau kekurangan air bagi proses metabolismenya. Hal ini ditandai dengan gejala layu pada batang, daun sebagian menjadi layu dan berwarna cokelat lalu mengering, akhirnya mengakibatkan kematian.

Cekaman genangan merupakan salah satu istilah yang dipakai untuk mengetahui bahwa terdapat kelebihan air pada kapasitas lapang

(Hodson & Bryant, 2012) Genangan dapat dibedakan menjadi 3 yaitu hanya akar tanaman saja yang tergenang air, tanaman terendam sebagian dan tanaman terendam keseluruhan (Striker & Mworja, 2012). Genangan air merupakan penyebab keadaan tercekam hipoksia (ketersediaan oksigen sedikit) atau keadaan tercekam anoksia (tidak tersedia oksigen) (Hodson & Bryant, 2012). Ketika tanah tergenang air, rongga udara dan kantong udara dalam tanah hilang. Rendahnya oksigen dalam tanah dapat mempengaruhi perubahan proses metabolisme tanaman dari keadaan aerob menjadi anaerob (Hodson & Bryant, 2012).

Kemampuan dalam beradaptasi secara baik pada kondisi kekurangan air merupakan faktor utama yang digunakan dalam memilih suatu jenis tanaman untuk dapat dikembangkan pada lahan kering/ekstrim (Yulianti & Sudrajat, 2016). Hal ini dikarenakan tanaman akan memberikan respon yang beragam terhadap cekaman kekeringan berdasarkan tingkat ketahanannya (Ditmarova *et al.*, 2010). Menurut Ky-Dembele *et al.* (2010) dikatakan bahwa keberhasilan penanaman secara luas suatu tanaman sangat ditentukan oleh keberhasilan dalam menyeleksi jenis-jenis yang mampu bertahan pada kondisi kekeringan maupun selalu tergenang air. Pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia, sampai suatu batas tertentu. Pada saat pasokan air tidak mencukupi kebutuhan

evapotranspirasi, maka tanaman akan mengalami stress air.

Hasil penelitian dari Yulianti *et al.* (2012) menunjukkan bahwa bibit bambang lanang pada kondisi perlakuan KL 25% daun sebagian menjadi layu dan berwarna cokelat lalu mengering, demikian pula pada kondisi tergenang daun sebagian menguning dan kecokelatan serta layu. Proses ini umum terjadi pada tanaman yang mengalami gejala kekeringan atau kekurangan air bagi proses metabolismenya. Hasil penelitian pada bibit bambang lanang, dengan perlakuan KL 25% dan genangan mengakibatkan beberapa tanaman mengalami kematian, yang dimulai dengan gejala layu pada batang serta warna daun yang berubah cokelat. Namun tidak semua tanaman mengalami hal ini, pada penelitian jenis jabon merah pada perlakuan tergenang, bibit jabon merah mampu beradaptasi dengan baik dengan tidak terhambatnya pertumbuhan bibit (Yulianti *et al.* 2012). Demikian pula yang dilaporkan oleh Sudrajat *et al.* (2015) pada tanaman jabon putih, jenis ini lebih toleran pada kondisi tergenang dibandingkan pada kondisi kekurangan air. Bentuk-bentuk adaptasi tersebut merupakan bentuk adaptasi tanaman agar dapat bertahan terhadap kondisi genangan dan kekeringan.

2. Indeks Sensitivitas

Dilihat dari hasil analisis keragaman, diketahui bahwa faktor perlakuan jenis tanaman berpengaruh nyata terhadap indeks sensitivitas

tanaman berdasarkan respon tinggi bibit. Namun, faktor jenis tanaman, tingkat cekaman dan interaksi faktor jenis tanaman dengan tingkat cekaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon tinggi bibit, diameter bibit dan jumlah daun. Hal ini berarti hanya faktor jenis tanaman saja yang bisa memberikan perbedaan yang nyata terhadap indeks sensitivitas tanaman berdasarkan respon tinggi bibit.

Tingkat kemampuan bibit beradaptasi terhadap kondisi kekurangan air atau kondisi genangan dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan nilai Indeks Sensivitas (IS). Ekotipe dikatakan toleran terhadap cekaman kekeringan/genangan air jika mempunyai nilai $IS < 0,5$, agak toleran jika $0,5 \leq IS \leq 1,00$ dan peka jika $IS > 1,00$ (Ky-Dembele *et al.*, 2010). Informasi ini sangat penting, karena menurut Ky-Dembele *et al.* (2010) dikatakan bahwa keberhasilan penanaman secara luas suatu tanaman sangat ditentukan oleh keberhasilan dalam menseleksi jenis-jenis yang mampu bertahan pada kondisi kekeringan maupun selalu tergenang air.

Berdasarkan hasil indeks sensitivitas tanaman, menunjukkan bahwa kayu putih termasuk jenis yang peka terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang toleran terhadap genangan. Balsa merupakan jenis yang peka terhadap kekeringan dan peka terhadap

genangan. Meranti tembaga adalah jenis yang toleran terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Eboni dan matoa termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Sensitivitas dari masing-masing jenis tersebut sangat berkaitan dengan kondisi habitat tanamannya.

Dari hasil indeks sensitivitas, kayu putih termasuk jenis yang toleran terhadap genangan. Dilihat dari habitatnya, tanaman kayu putih dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan, namun lebih dapat bertahan di dataran pantai yang berawa, bahkan kadang-kadang ditemukan di daerah yang tergenang air selama musim hujan pada kedalaman lebih dari satu meter. Selain itu, tanaman ini cukup potensial untuk upaya rehabilitasi lahan, seperti menunjang usaha konservasi lahan dan pemanfaatan lahan marginal menjadi lahan produktif. Upaya pendayagunaan lahan marginal memiliki arti yang penting dalam usaha memperbaiki lahan yang rusak, sebagai akibat pembangunan atau kerusakan oleh alam (Kartikawati *et al.*, 2014).

Menurut Joen (2020), tanaman kayu putih tidak mempunyai syarat tumbuh yang spesifik. Biasanya tanaman ini tumbuh pada ketinggian 5-400 m dpl dengan curah hujan 1.300-1.750 mm/tahun serta zona iklim hot humid. Tanaman ini dapat tumbuh baik pada lahan marginal dan juga dapat tumbuh pada lahan tandus atau kurang subur. Tanaman kayu putih pertama kali ditemukan di kawasan pantai daerah tropik

lembab yang panas. Tanaman kayu putih dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan dikarenakan tanaman ini termasuk dalam jenis tanaman intoleran, yang artinya tanaman ini tidak tahan terhadap naungan. Dengan kata lain, tanaman kayu putih sangat membutuhkan cahaya matahari. Selain itu, tanaman kayu putih merupakan tanaman cepat tumbuh (*fast growing*), dimana waktu berkecambahnya berkisar antara 5-28 hari. Menurut Rimbawanto *et al.* (2014) tanaman kayu putih dapat tumbuh baik pada lahan tandus maupun lahan yang kurang subur.

Berdasarkan hasil indeks sensitivitas, menunjukkan bahwa balsa merupakan jenis yang yang peka terhadap kekeringan dan peka terhadap genangan. Balsa tumbuh secara alami di daerah tropika Amerika Tengah dan Selatan. Jenis ini setelah ditanam menyebar di banyak negara tropis seperti Malaysia, Indonesia, Philipina dan Papua New Guinea (PNG). Balsa tumbuh baik pada ketinggian 0-1.000 m dpl, tetapi pertumbuhan optimalnya 0-800 m dpl. Curah hujan rata-rata yang dibutuhkan berkisar antara 1.500-3.000 mm/tahun. Jenis tanah yang dibutuhkan adalah tanah yang subur, daenase baik, tidak tergenang air, pH masam sampai netral dan bersolum dalam serta lembab. Kondisi tanah yang tidak cocok untuk balsa adalah tanah datar yang kering dan tanah gambut yang dipengaruhi pasang surut air laut (Nurhasybi, 2011). Hasil indeks sensitivitas diketahui bahwa meranti tembaga adalah jenis

yang toleran terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Meranti tembaga menyebar secara alami mulai Semenanjung Thailand dan Malaysia, Sumatera sampai Kalimantan Utara. Biasanya dijumpai di hutan dipterokarpa dataran rendah di bawah 700 m dpl menempati ruang terbuka di hutan yang mengalami gangguan. Tumbuh pada berbagai jenis tanah tetapi tidak toleran terhadap genangan (IFSP, 2002).

Berdasarkan hasil indeks sensitivitas tanaman, menunjukkan bahwa eboni termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Eboni dapat tumbuh dan berkembang optimal pada ketinggian tempat mulai dari 60 m sampai 450 m di atas permukaan laut, kemiringan 10° sampai 30°, tanah-tanah bertekstur lempung, liat dan berpasir tanpa genangan, pH tanah agak masam yaitu 6,44, tipe iklim A dengan curah hujan berkisar 2000-2500 mm per tahun dengan suhu rata-rata 26,6° C dan kelembapan rata-rata 93% (Lemmens *et al.*, 1995).

Dari hasil indeks sensitivitas, matoa termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Matoa merupakan tanaman asli Indonesia yang secara alami tersebar mulai dari Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, seluruh Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Irian Jaya (Dharmawati, 2011). Tumbuh sampai ketinggian 1900 m dpl, di tanah-tanah datar bertekstur liat dimana pada waktu hujan agak tergenang air. Pohon ini

tumbuh baik pada daerah yang kondisi tanahnya kering (tidak tergenang) (Dharmawati, 2011).

IV. KESIMPULAN

Perlakuan cekaman (kekeringan dan genangan) dan jenis tanaman berpengaruh terhadap semua respon pertumbuhan bibit, yaitu meliputi tinggi, diameter dan jumlah daun. Pada umumnya semua jenis bibit tanaman yang diteliti, yaitu kayu putih, matoa, balsa, eboni, dan meranti tembaga mengalami penurunan pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun dengan semakin berkurangnya kapasitas lapang (KL) dari KL 100% sampai KL 25% dan tingkat cekaman genangan. Nilainya semakin rendah seiring dengan meningkatnya level kekeringan (berkurangnya kapasitas lapang) dan pada kondisi genangan.

Tingkat kemampuan bibit beradaptasi terhadap kondisi kekurangan air atau selalu tergenang dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan nilai Indeks Sensivitas (IS). Berdasarkan hasil indeks sensitivitas tanaman, diketahui bahwa kayu putih termasuk jenis yang peka terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang toleran terhadap genangan. Balsa merupakan jenis yang yang peka terhadap kekeringan dan peka terhadap genangan. Meranti tembaga adalah jenis yang toleran terhadap kekeringan tetapi termasuk jenis yang peka terhadap genangan. Sedangkan eboni dan

matoa termasuk jenis yang peka terhadap genangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dina Agustina dan Abay yang telah banyak membantu dalam penelitian ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Evayusvita Rustam, S.Si, M.Si yang banyak membantu dalam penulisan, serta Prof. Ris. Dr. Yulianti Bramasto, MSi dan Tri Astuti Wisudayati, S.E., M.S.E. yang membantu dalam submit naskah jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bramasto, Y., Rustam, E., Megawati, & Mindawati, N. (2015). Respon pertumbuhan bibit bambang lanang (*Michelia champaca* L.) terhadap cekaman. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 211-221
- CIFOR. (2012). CIFOR dan Indonesia: Kemitraan untuk Hutan dan Masyarakat. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Djazuli, M. (2010). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan beberapa karakter morfo-fisiologis Tanaman Nilam. *Buletin Littro*, 21(1), 8-17.
- Ditmarova L., Kurjak, D., Palmroth, S., Kmet, J., Sterlcova, K. (2010). Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies*) seedling to drought stree. *Tree Physiol*, 30, 205-213.
- Hapsari, R.T. (2010). Pendugaan Parameter Genetik dan Hubungan Antarkomponen Hasil Kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 29(1)
- Hidayati, I.N., Suryanto. (2015). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan kekeringan.

- Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 16(1), 42-52.
- Kartikawati, N.K., Rimbawanto, A., Susanto, M., Baskorowati, L., & Prastyono. (2014). Budidaya dan Prospek Pengembangan Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*). Jakarta: IPB Press
- Kementerian LHK, (2018). KLHK Canangkan Target Pembangunan 2019. http://www.menlhk.go.id/site/single_post/1687
- KLHK. (2020). Deforestasi Indonesia Tahun 2018-2019. Jakarta: Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Ky-Dembele, C., Bayala, J., Savadogo, P., Tigabu, M., Odén, P.C., & Boussim, I.J. (2010). Comparison of growth responses of *Khaya senegalensis* seedlings and stecklings to four irrigation regimes. *Silva Fennica*, 44(5), 787-798.
- Lapanjang, Iskandar, Purwoko, B.S., Hariyadi, Wilarso, S., Budi, R., & Melati, M. (2008). Evaluasi beberapa ekotipe jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk toleransi cekaman kekeringan. *Bul. Agron.*, 36(3), 263-269.
- Lemmens, R.H.M.J., Soerianegara, I. & Wong, W.C. (Eds.), (1995). *Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) No. 5(2) Timber Trees: Minor commercial timbers*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Li, F.L., W.K. Bao, & Wu, N. (2011). Morphological, anatomical and physio-logical responses of *Campylotropis polyantha* (Franch.) Schindl. seedlings to progressive water stress. *Sci. Hortic.* 127, 436-443.
- Lestari, E.G. (2006). Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somklon padi Gajahmungkur, Towuti dan IR 64. *Biodiversitas*, 7(1), 44-48.
- Purwanto, E. (2003). Photosynthesis activity of Soybean (*Glycine Max* L.) under drought stress. *Agrosains*, 5(1).
- Rucker, K.S., Kevin, C.K., Holbrook, C.C., & Hook, J.E. (1995). Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. *Peanut Sci.*, 22, 14-18.
- Rimbawanto, A., Susanto, M., Khosmah, M.K., Adinugraha, H.A., & Utomo, P.M. (2014). Buku Seri Iptek V Kehutanan Topik 1 Kayu Putih. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan Republik Indonesia.
- Sudrajat, D.J., Siregar, I.J., Khumaida, N., Siregar, U.J., & Mansur, I. (2015). Adaptability of white jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) Seedling from 12 populations to drought and waterlogging. *Agrivita*, 37(2), 130-143
- Tim Sintesis Kebijakan Kementerian Pertanian. (2008). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, serta strategiantisipasi dan teknologi adaptasi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1(2), 138-140.
- Yulianti, Rustam, E.Y., & Sudrajat, D.J. (2012). Kajian ekologi dan biologi benih dan bibit jabon putih (*Anthocephalus cadamba*) dan jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*). Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Bogor.
- Yulianti & Sudrajat, D.J. (2016). Morphological responses, sensitivity and tolerance indices of four tropical trees species to drought and waterlogging. *Biodiversitas*, 17(1), 110-115