



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Pengaruh Interval Penyiraman dan Dosis Pupuk terhadap Persentase Hidup Semai *Acacia crassicarpa*

Effect of Watering Interval and Fertilizer Dosage on the Survival Rate of Acacia crassicarpa Seedlings

Sulviana

Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palu

*Corresponding Author: E-mail: annasulvianads@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 2 Aug, 2025

Revised: 16 Oct, 2025

Accepted: 30, Oct, 2025

Kata Kunci:

Acacia crassicarpa;
Interval Penyiraman;
Dosis Pemupukan;
Persentase Hidup

Keywords:

Acacia crassicarpa;
watering interval;
fertilizer dosage;
seedling survival

DOI: 10.56338/jks.v8i10.9066

ABSTRAK

Perubahan iklim meningkatkan risiko kekeringan dan mengancam keberhasilan rehabilitasi hutan melalui penurunan daya hidup semai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interval penyiraman dan dosis pupuk terhadap persentase hidup semai *Acacia crassicarpa* di bawah kondisi rumah kaca. Penelitian dilaksanakan di Persemaian Permanen Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola petak terbagi. Faktor utama adalah interval penyiraman (2, 4, dan 6 hari), sedangkan faktor anak petak adalah dosis pupuk NPK (0, 1,5, 3, dan 4,5 g/semai), dengan tiga ulangan dan enam semai pada setiap ulangan (total 216 semai). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interval penyiraman ($F = 6,30$; $p < 0,05$) dan dosis pupuk ($F = 50,65$; $p < 0,01$) berpengaruh nyata terhadap persentase hidup semai, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($F = 1,35$; $p > 0,05$). Persentase hidup tertinggi diperoleh pada penyiraman setiap 4 hari (81%) dan dosis pupuk rendah 1,5 g dengan nilai 94%, sedangkan dosis pupuk lebih tinggi (3 dan 4,5 g) menurunkan daya hidup menjadi 55% dan 33%. Hasil ini menunjukkan bahwa viabilitas semai *A. crassicarpa* sensitif terhadap konsentrasi pupuk tinggi namun optimal pada frekuensi penyiraman sedang, sehingga relevan untuk pengelolaan silvikultur di daerah tropis yang rentan kekeringan.

ABSTRACT

Climate change increases the risk of drought and threatens the success of forest rehabilitation by reducing seedling survival. This study aimed to determine the effects of watering interval and fertilizer dosage on the survival rate of *Acacia crassicarpa* seedlings under greenhouse conditions. The research was conducted at the Permanent Nursery, Faculty of Forestry, Tadulako University, using a completely randomized design arranged in a split-plot pattern. The main plot factor was watering interval (2, 4, and 6 days), and the subplot factor was NPK fertilizer dosage (0, 1.5, 3, and 4.5 g per seedling), with three replications and six seedlings per replicate (a total of 216 seedlings). Analysis of variance showed that watering interval ($F = 6.30$; $p < 0.05$) and fertilizer dosage ($F = 50.65$; $p < 0.01$) significantly affected seedling survival, whereas their interaction was not significant ($F = 1.35$; $p > 0.05$). The highest survival rate was obtained under a 4-day watering interval (81%) and a low fertilizer dosage of 1.5 g (94%), while higher fertilizer dosages (3 and 4.5 g) reduced survival to 55% and 33%, respectively. These findings indicate that *A. crassicarpa* seedling viability is sensitive to high fertilizer concentrations but performs optimally under moderate watering frequency, providing useful implications for silvicultural management in drought-prone tropical regions.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menjadi isu lingkungan yang berdampak luas terhadap ekosistem darat. Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 200 menunjukkan bahwa suhu udara global mengalami peningkatan sebesar 0,6°C (1°F) sejak tahun 1861 (IPCC, 2001). Peningkatan suhu tersebut menyebabkan pergeseran pola iklim dunia yang mengakibatkan ketidakpastian cuaca, memicu anomali iklim, serta memperbesar risiko terjadinya kekeringan di berbagai wilayah (Irawan et al., 2019). Sejalan dengan hal tersebut, He & Dijkstra, (2014) memproyeksikan bahwa sebagian besar daratan di dunia akan mengalami peningkatan tingkat kekeringan pada berbagai skenario perubahan iklim di masa depan.

Kondisi kekeringan menjadi salah satu faktor abiotik utama yang tidak dapat dihindari oleh tanaman (Turkan, 2011) dan memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan serta produktivitasnya (Hossain et al., 2016). Dampak kekeringan antara lain berupa terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Reddy et al., 2004), penurunan ketersediaan air tanah, gangguan terhadap keberhasilan restorasi ekosistem di daerah arid dan semi-arid (Liu et al., 2013), serta penurunan hasil panen atau biomassa (Farooq et al., 2009). Dalam kondisi ekstrem, cekaman kekeringan dapat menurunkan aktivitas fisiologis tanaman secara signifikan dan bahkan menyebabkan kematian. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah adaptif untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap keberlanjutan vegetasi.

Perubahan iklim yang meningkatkan frekuensi kekeringan telah mendorong berbagai penelitian untuk mengidentifikasi jenis tanaman yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan kering. Salah satu spesies yang dikenal memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi demikian adalah *Acacia crassicarpa* (Darma & Sumrahadi, 2001; Sugesty et al., 2015). Jenis ini berasal dari timur laut Queensland (Australia), tenggara Papua Nugini, dan wilayah tenggara Papua (Indonesia) (Awang et al., 1995; Ducouso et al., 2004). *A. crassicarpa* merupakan tanaman cepat tumbuh yang banyak dimanfaatkan dalam Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagai bahan baku pulp dan kertas, serta berpotensi digunakan untuk kayu bakar, bahan konstruksi, dan furnitur. Selain bernilai ekonomi, tajuknya juga berfungsi memberikan naungan dan menekan pertumbuhan gulma di lingkungan sekitarnya (Palimbong et al., 2023).

Dalam konteks rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi, pemilihan jenis tanaman yang adaptif terhadap kondisi lingkungan ekstrem harus diimbangi dengan ketersediaan bibit dalam jumlah memadai dan mutu yang baik. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 76 Tahun 2008, rehabilitasi hutan dan lahan merupakan upaya untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan serta lahan agar tetap mendukung sistem penyangga kehidupan. Keberhasilan kegiatan tersebut sangat bergantung pada kesesuaian jenis, kondisi biofisik lokasi (tanah, topografi, iklim), serta faktor budidaya seperti ketersediaan benih, mutu bibit, dan ketahanan terhadap cekaman kekeringan.

Peningkatan frekuensi kekeringan dalam konteks perubahan iklim, yang meningkatkan frekuensi kekeringan, ketersediaan bibit tahan kekeringan di persemaian bukan lagi sekadar kebutuhan teknis, melainkan tuntutan ekologis. Persemaian harus menjadi pusat pengujian ketahanan bibit terhadap stres air, sehingga jenis dan asal bibit yang terbukti adaptif dapat diprioritaskan untuk kegiatan rehabilitasi lahan kering. Upaya ini akan memastikan keberlangsungan pertumbuhan tanaman setelah penanaman di lapangan. Selain faktor ketersediaan air, pemupukan juga berperan penting dalam meningkatkan ketahanan bibit terhadap stres abiotik. Unsur hara makro, terutama nitrogen dan fosfor, diketahui dapat memperkuat sistem perakaran dan memperbaiki efisiensi penggunaan air oleh tanaman (Anjum et al., 2011; Taiz & Zeiger, 2014).

Meskipun *A. crassicarpa* telah dikenal sebagai spesies yang toleran terhadap kekeringan, informasi kuantitatif mengenai ketahanannya pada fase semai masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi persentase hidup semai *A. crassicarpa* di bawah kondisi cekaman kekeringan melalui variasi interval penyiraman dan pemupukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan strategi penyediaan bibit adaptif untuk mendukung program rehabilitasi hutan dan lahan di wilayah tropis yang rentan terhadap kekeringan.

METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Persemaian Permanen Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako.

Alat

Alat yang digunakan dalam perkecambahan sampel meliputi nampan digunakan sebagai wadah perkecambahan benih, pasir sebagai media perkecambahan, *polybag* digunakan sebagai wadah benih setelah berkecambah, kertas label digunakan sebagai penanda, kamera untuk dokumentasi, dan alat tulis untuk memberikan kode pada kertas label dan *polybag*

Alat yang digunakan dalam penelitian di rumah kaca meliputi timbangan manual ukuran 5 kg digunakan untuk mengukur berat media dalam *polybag* dan menentukan volume dalam setiap interval penyiraman.

Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi benih tanaman *A. crassicarpa*, tanah *topsoil*, pasir, *cocopeat*

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Sampel Tanaman

Benih direndam dalam air panas dan didiamkan selama 12 jam. Setelah itu, benih dikecambahkan pada media tabur menggunakan pasir (tanpa campuran media lain). Setelah berumur 7 – 14 hari, benih mulai berkecambah, kemudian kecambah disapih ke dalam *polybag* ukuran 10 x 15 cm yang telah diisi dengan media yang berisi campuran *cocopeat* dan *topsoil* (1:1). Penyapihan dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 06.00 – 10.00 dan disiram secara teratur (2 kali sehari/secukupnya sesuai kondisi cuaca), pagi hari sekitar pukul 07.00 – 09.00 dan sore hari sekitar pukul 15.00 – 17.00. Kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan membersihkan gulma pada semai selama penelitian. Setelah berumur 2 bulan sejak penyapihan, keseluruhan bibit kemudian mendapat perlakuan sesuai dengan perlakuan selama sekitar 4 bulan.

2. Interval Penyiraman

Dalam penelitian ini, perlakuan interval penyiraman yang diujikan terdiri dari 3 tingkat penyiraman, yaitu 2 hari sekali, 4 hari sekali, dan 6 hari sekali (Mazher *et al.*, 2012). Interval penyiraman diatur dengan metode *gravimetric probe* yang telah dimodifikasi untuk mengetahui volume air yang digunakan.

3. Pemupukan

Perlakuan dosis pupuk NPK pada penelitian ini adalah 4 dosis yaitu P0 = 0 g/semay; P1 = 1,5 g/semay; P2 = 3 g/semay; dan P3 = 4,5 g/semay yang diaplikasikan secara bertahap selama 6 minggu. Pupuk NPK yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk NPK majemuk dalam bentuk granular (butiran). Pemberian pupuk pada semai dilakukan dengan membuat lubang sebanyak 4 (mengikuti 4 arah mata angin) dengan kedalaman sekitar 2 cm secara hati-hati agar tidak merusak akar, lalu pupuk dimasukkan ke dalam lubang tersebut, kemudian lubang ditutup kembali dengan tanah

Pengamatan dan Pengukuran

Persentase Hidup

Persentase hidup bibit dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Persentase hidup} = \frac{\text{Jumlah bibit yang hidup}}{\text{Jumlah bibit yang ditanam}} \times 100\%$$

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (*completely randomized design*, CRD) yang disusun dengan pola petak terbagi (*split plot design*). Interval penyiraman sebagai petak utama (*main plot*) dan pemupukan sebagai petak bagian (*sub plot*). Interval penyiraman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 interval, yaitu 2, 4, dan 6 hari sekali. Pemupukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 dosis NPK, yaitu 0 g/semay; 1,5 g/semay; 3 g/semay; dan 4,5 g/semay. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan jumlah satuan pengamatan pada masing-masing ulangan adalah 6 semai (*treeplot*), sehingga jumlah semai yang digunakan sebanyak 216 semai.

Analisis Data

Data pengamatan diolah dengan analisis sidik ragam (*analysis of variance*—ANOVA) dengan menggunakan *software* SPSS 25 dan *microsoft excel* 365. Perbedaan antar perlakuan yang diujikan dianalisis menggunakan *least significance different test* (LSD) pada $\alpha < 0.05$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. ANOVA dari perlakuan interval penyiraman dan pemupukan pada pertumbuhan *A. crassicarpa* pada umur empat bulan setelah kecambah

Sumber Variasi	db	Kuadrat Tengah	F Hitung
Penyiraman (A)	2	700,62	6,30*
Galat a	6	111,24	
Pemupukan (B)	3	6778,55	50,65**
A x B	6	180,68	1,35ns
Galat b	13	133,84	

Keterangan: db = derajat bebas; * = Signifikan pada α 0,05; ** = Signifikan pada α 0,01; ns = tidak berbeda nyata pada α 0,05

Persentase hidup (*survival rate*) merupakan indikator untuk menunjukkan kemampuan hidup semai selama kurun waktu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase hidup bibit *A. crassicarpa* dipengaruhi oleh interval penyiraman dan dosis pupuk NPK. Di sisi lain, interaksi antara interval penyiraman dan pemupukan memberikan pengaruh yang tidak nyata baik pada tinggi maupun diameter (Tabel 1).

Penyiraman

Ketersediaan air dalam jumlah cukup merupakan faktor penting bagi keberhasilan pengelolaan persemaian dalam hal ini pohon. Perlakuan interval penyiraman yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap persentase hidup semai *Acacia crassicarpa* (Gambar 1). Perlakuan dengan interval penyiraman setiap 4 hari menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi (81%), diikuti oleh interval 6 hari (75%), sedangkan penyiraman setiap 2 hari menunjukkan tingkat hidup terendah (73%). Berdasarkan hasil uji lanjut, penyiraman 4 hari berbeda nyata dengan 2 hari, namun tidak berbeda nyata

dengan 6 hari. Berbeda dengan Mng'omba et al., (2011), dalam hasil penelitiannya menunjukkan bahwa interval penyiraman tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase hidup bibit *Vangueria infausta* dan *Persea americana*.

Hasil ini menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman yang terlalu sering justru dapat menurunkan daya hidup semai. Kondisi media yang terlalu jenuh air berpotensi menghambat respirasi akar dan menurunkan ketersediaan oksigen di zona perakaran, sehingga mengganggu fungsi fisiologis akar (Kozlowski & Pallardy, 2002). Sebaliknya, penyiraman dengan interval 4 hari dapat menciptakan kondisi aerasi media yang lebih seimbang dan mendukung penyerapan hara serta pembentukan jaringan baru (Lambers & Oliveira, 2019).

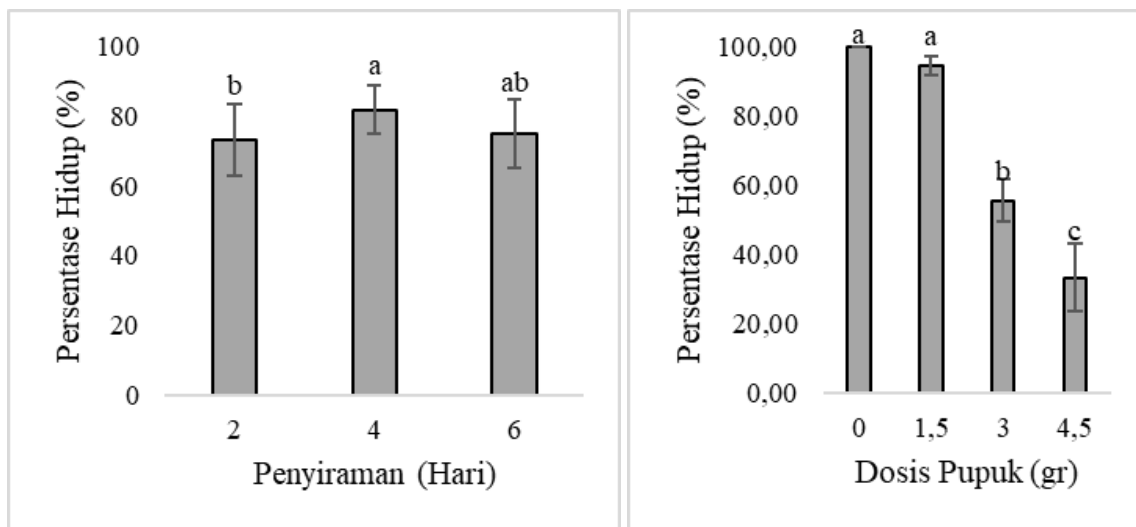
Hasil ini sejalan dengan temuan Marod et al., (2004) yang melaporkan bahwa peningkatan ketersediaan air di musim kering hanya meningkatkan tingkat hidup beberapa spesies yang sensitif terhadap kekeringan, sementara spesies lain tetap mampu beradaptasi pada kondisi cekaman air sedang. Pada penelitian ini, *A. crassicaarpa* menunjukkan toleransi cukup tinggi terhadap interval penyiraman 4 hari dan 6 hari, yang mengindikasikan adanya mekanisme adaptasi morfologis dan fisiologis terhadap fluktuasi ketersediaan air. Selain itu, kemampuan semai *A. crassicaarpa* mempertahankan kelangsungan hidup pada interval penyiraman 6 hari kemungkinan besar terkait dengan kontrol stomatal dan peningkatan efisiensi penggunaan air. Penutupan stomata yang responsif mengurangi kehilangan air daun dan membantu menjaga turgor jaringan saat suplai air berkurang (Brodribb et al., 2003).

Pemupukan

Perlakuan dosis pupuk menunjukkan bahwa persentase hidup tertinggi diperoleh pada dosis pupuk 0 gr dan 1,5 gr, dengan nilai 100% dan 94%. Sebaliknya, peningkatan dosis pupuk hingga 3 gr dan 4,5 gr justru menurunkan tingkat kelangsungan hidup bibit secara signifikan, masing-masing menjadi 55% dan 33% (Gambar 1). Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk pada dosis semakin tinggi menurunkan kelangsungan hidup semai, sedangkan dosis rendah (1,5 g) mempertahankan survival yang hampir setara dengan kontrol. Hasil penelitian ini sejalan dengan Miah & Moula (2019) yang menunjukkan penurunan persentase hidup pada spesies *A. officinalis* ketika dosis pupuk NPK ditingkatkan. Selain itu, penelitian Lasheen et al., (2021) pada *Salvadora persical* menunjukkan pertumbuhan vegetatif tertinggi ketika dosis pupuk diberikan dalam jumlah optimum sesuai kebutuhan tanaman. Berbeda dengan hasil Palimbong et al., (2023), dalam publikasinya melaporkan bahwa semai *A. crassicaarpa* yang diberikan pupuk cair dengan berbagai dosis berbeda pada skala persemaian justru tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Makaza & Khiari (2023) dalam tulisannya menjelaskan bahwa aplikasi pupuk dalam jumlah tinggi dapat meningkatkan konsentrasi garam (ion seperti Na^+ , Cl^- , atau garam pupuk lain) di zona rhizosfer sehingga menurunkan potensial osmotik media. Kondisi hiperosmotik ini menyulitkan pengambilan air oleh akar (plasmolisis) dan menyebabkan kematian jaringan akar pada semai. Selain itu, Sarangi et al., (2015) menambahkan, pupuk yang mengandung nitrogen dalam bentuk mudah tersedia (urea, amonium) jika diberikan berlebih dapat menghasilkan akumulasi $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ yang bersifat toksik bagi akar muda, mengganggu respirasi akar dan pertukaran ion. Dampak ini sering terlihat pada penurunan survival dan pertumbuhan bibit ketika dosis berlebih digunakan.

Hasil penelitian ini memberikan bukti baru bahwa *A. crassicaarpa* menunjukkan toleransi fisiologis terhadap interval penyiraman sedang (4–6 hari), namun sensitif terhadap akumulasi hara berlebih di fase awal pertumbuhan.



Gambar 1. Persentase hidup bibit *A. crassicaarpa* selama empat bulan setelah perkecambahan pada perlakuan interval penyiraman (kiri) dan aplikasi pemupukan (kanan)

Implikasi Ekologis dan Silvikultural

Secara ekologis, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *Acacia crassicaarpa* memiliki kapasitas adaptif yang tinggi terhadap variabilitas kelembapan lingkungan, sehingga berpotensi digunakan sebagai spesies unggulan dalam kegiatan rehabilitasi lahan marginal dengan kondisi hidrik terbatas. Dalam konteks pengelolaan persemaian, penerapan interval penyiraman sedang dan dosis pupuk rendah terbukti efektif menekan penggunaan input produksi tanpa menurunkan viabilitas bibit, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap efisiensi pengelolaan sumber daya air dan kesuburan media tanam.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan interval penyiraman dan dosis pupuk berpengaruh nyata terhadap persentase hidup semai *Acacia crassicaarpa*, sedangkan interaksi antara interval penyiraman dan dosis pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Interval penyiraman setiap 4 hari menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi, yang mengindikasikan bahwa frekuensi penyiraman sedang mampu menjaga keseimbangan aerasi dan ketersediaan air dalam media tumbuh. Sebaliknya, peningkatan dosis pupuk di atas 1,5 gr menurunkan kelangsungan hidup semai secara nyata akibat potensi stres osmotik dan toksisitas hara di zona perakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, Physiological and Biochemical Responses of Plants to Drought Stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9). <https://doi.org/10.5897/AJAR10.027>
- Awang, K., Shukor, N. A. A., & Senin, L. (1995). *Two-year Performance of Acacia crassicaarpa Provenances at Serdang, Malaysia*. 18(3), 177–181.
- Brodribb, T. J., Holbrook, N. M., Edwards, E. J., & Gutiérrez, M. V. (2003). Relations between stomatal closure, leaf turgor and xylem vulnerability in eight tropical dry forest trees. *Plant, Cell and*

- Environment*, 26(3), 443–450. <https://doi.org/10.1046/J.1365-3040.2003.00975.X>;JOURNAL:JOURNAL:13653040;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:13653040;WGROU:STRING:PUBLICATION
- Darma, I. G. K. T., & Sumrahadi, A. (2001). Fungi yang Berasosiasi dengan Benih *Acacia crassicarpa* sesaat setelah Panen dan setelah Penyimpanan (Fungal Associated with *Acacia crassicarpa* Seeds Soon after Harvesting and after Storage). *Journal of Tropical Forest Management*, 7(2), 1–6. <https://doi.org/10.7226/jmht.7.2>.
- Ducousso, M., Galiana, A., Chaix, G., & Prin, Y. (2004). Relative Infectivity of Two *Pisolithus* spp. Strains Inoculated to The Nitrogen-Fixing Legume Tree *Acacia Crassicarpa* A. Cunn. Ex Benth. in a Field Experiment in Madagascar. *European Journal of Soil Biology*, 40(3–4), 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2004.10.004>
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Sustainable Agriculture*, 29, 185–212. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_12
- He, M., & Dijkstra, F. A. (2014). Drought Effect on Plant Nitrogen and Phosphorus: A Meta-Analysis. *The New Phytologist*, 204(4), 924–931. <https://doi.org/10.1111/NPH.12952>
- Hossain, M. A., Wani, S. H., Bhattacharjee, S., & Burritt, D. J. (2016). *Drought Stress Tolerance in Plants, Volume 1* (L. P. Tran (ed.); Vol. 1).
- IPCC. (2001). *Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (and C. A. J. (eds. . Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell (ed.)). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- Irawan, A., Hidayah, H. N., & Mindawati, N. (2019). Effect of drought stress treatment towards growth of seedlings of cempaka wasian, nantu, and mahoni. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 8(1), 39. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2019.vol8iss1pp39-45>
- Kozłowski, T. T., & Pallardy, S. G. (2002). Acclimation and Adaptive Responses of Woody Plants to Environmental Stresses. *The Botanical Review*, 68(2), 270–334.
- Lambers, H., & Oliveira, R. S. (2019). Plant physiological ecology. In *Plant Physiological Ecology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29639-1>
- Lasheen, F. F., Negm, A. H., Hassan, S. E., Azab, E., Gobouri, A. A., & Hewidy, M. (2021). *Nitrogen, Phosphorous, and Potassium Application Rate on the Young Seedling Growth of *Salvadora persica**. 1–10.
- Liu, X., Fan, Y., Long, J., Wei, R., Kjellgren, R., Gong, C., & Zhao, J. (2013). Effects of Soil Water and Nitrogen Availability on Photosynthesis and Water Use Efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings. *Journal of Environmental Sciences*, 25(3), 585–595. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60081-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60081-3)
- Makaza, W., & Khiari, L. (2023). Too Salty or Toxic for Use: A Tale of Starter Fertilizers in Agronomic Cropping Systems. *Agronomy* 2023, Vol. 13, Page 2690, 13(11), 2690. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY13112690>
- Marod, D., Kutintara, U., Tanaka, H., & Nakashizuka, T. (2004). Effects of Drought and Fire on Seedling Survival and Growth under Contrasting Light Conditions in a Seasonal Tropical Forest. *Source: Journal of Vegetation Science*, 15(5), 691–700. <https://www.jstor.org/stable/3236596>
- Mazher, A. A. M., Mahgoub, M. H., El-rheem, K. M. A., & Zaghloul, S. M. (2012). *Influence of Nile*

- Compost Application on Growth , Flowering and Chemical Composition of Amaranthus tricolor under Different Irrigation Intervals.* 12(6), 751–759. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2012.12.6.1751>
- Miah, M. A. Q., & Moula, M. G. (2019). Effect of NPK fertilizers on seedling growth of mangrove species. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 20(1), 1687–1693. <https://doi.org/10.18801/JBAR.200119.205>
- Mng'omba, S. A., Akinnifesi, F. K., Sileshi, G., Ajayi, O. C., Nyoka, B. I., & Jamnadass, R. (2011). Water application rate and frequency affect seedling survival and growth of *Vangueria infausta* and *Persea americana*. *African Journal of Biotechnology*, 10(9), 1593–1599.
- Palimbong, E., Ibrahim, I., Suba, R. B., & Kiswanto, K. (2023). Respon pertumbuhan *Acacia crassiparpa* A.Cunn. Ex Benth. terhadap pemberian pupuk cair yang berbeda di persemaian PT Mayawana Persada, Pontianak, Kalimantan Barat. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 7(1), 56. <https://doi.org/10.32522/UJHT.V7I1.9717>
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-Induced Responses of Photosynthesis and Antioxidant Metabolism in Higher Plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11), 1189–1202. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.01.013>
- Sarangi, S. K., Maji, B., Singh, S., Burman, D., Mandal, S., Sharma, D. K., Singh, U. S., Ismail, A. M., & Haefele, S. M. (2015). Improved nursery management further enhances the productivity of stress-tolerant rice varieties in coastal rainfed lowlands. *Field Crops Research*, 174, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.011>
- Sugesty, S., Kardiansyah, T., & Pratiwi, W. (2015). Potensi *Acacia crassiparpa* sebagai Bahan Baku Pulp Kertas untuk Hutan Tanaman Industri. *Jurnal Selulosa*, 5(01), 21–32. <https://doi.org/10.25269/jsel.v5i01.75>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2014). Plant Physiology. In *Plants Physiology* (Fifth). Sinauer Associates Inc. <http://www.sinauer.com/media/wysiwyg/tocs/PlantPhysiology5.pdf>
- Turkan, S. (2011). *Plant Responses to Drought and Salinity Stress: Developments in a Post-Genomic Era* (J. C. Kader & M. Delseny (eds.)). Elsevier.