



KESINTASAN SEMAI KABESAK (*Acacia leucophloea*) DAN ANGSANA (*Pterocarpus indicus*) DI BAWAH TEGAKAN *Acacia nilotica* SEBAGAI NURSE PLANTS

(Survival of Acacia leucophloea and Pterocarpus indicus Under Canopy of Acacia nilotica as Nurse Plants)

Arnold C. Hendrik* and Yanti Daud

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Univ. Kristen Artha Wacana
Jl. Adi sucipto 147, Oesapa, Kupang, Kode Pos 85228, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

Article Info

Article History:

Received 16 November 2019; received in revised form 02 March 2020; accepted 03 March 2020. Available online since 31 March 2020

Kata Kunci:

Naungan, kekeringan, daya hidup, analisis survival, nurse plants

ABSTRAK

Acacia nilotica merupakan tumbuhan genus acacia yang sangat invasif karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti produksi biji sangat tinggi, penyebaran biji cukup jauh oleh satwa liar, tumbuhan muda berkembang sangat cepat, dan tahan terhadap kekeringan dan kebakaran. Beberapa spesies acacia invasif dapat berperan sebagai *nurse plants* bagi tumbuhan asli sehingga perlu dikaji peluang rekolonisasi tumbuhan asli pada daerah yang terinvasi spesies asing, dengan melihat bagaimana performa tumbuhan di bawah tegakan *A. nilotica*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tumbuhan invasif *A. nilotica* sebagai *nurse plants* bagi tumbuhan lokal Pulau Timor. Tahapan dalam penelitian ini adalah penyiapan alat dan bahan, penyemaian benih spesies target, pemilihan tegakan *A. nilotica* sebagai *nurse plants*, pemilihan semai spesies target sehat untuk ditanam, penanaman semai spesies target di bawah tegakan *A. nilotica*, pengamatan kemampuan bertahan hidup, dan pertumbuhan spesies target. Analisis kemampuan bertahan hidup semai dilakukan menggunakan kurva survival Kaplan-Meier. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semai angšana dan kabesak pada penelitian ini banyak mengalami kematian, faktor eksternal seperti faktor suhu tinggi karena musim kemarau panjang diduga menjadi penyebabnya. Naungan *A. nilotica* tidak memberikan pengaruh kesintasan semai angšana dan kabesak, kekeringan dalam jangka waktu yang panjang menyebabkan tanaman tersebut tidak mampu berperan sebagai *nurse plants* bagi tumbuhan kabesak dan angšana.

Keywords:

Shade, dryness, vitality, survival analysis, nurse plants

How to cite this article:

Hendrik, A., & Daud, Y. (2020). Survival of *Acacia leucophloea* and *Pterocarpus indicus* under Canopy of *Acacia nilotica* as Nurse Plants. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 9(1), 63-73. doi: <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2020.vol9iss1pp63-73>

ABSTRACT

Acacia nilotica which is a plants of the genus *Acacia* which is known as one of the invasive genera. *A. nilotica* is very invasive due to several advantages it has such as very large seed production, seed dispersal far enough by wildlife, young plants to grow very fast and are resistant to drought and fire. Some invasive acacia species can act as nurse plants for native plants, which increases the photosynthetic efficiency of native plants, and protects native species from extreme temperatures. Therefore, it is important to know the chance of recolonizing native plants in areas that are invaded by foreign species, by looking at the performance of plants seedlings under *A. nilotica* stands. This study aims to determine the potential of *A. nilotica* invasive plants as nurse plants for local plants in East Timor. The stages in this research are the preparation of tools and materials, seeding of target species, selection of *A. nilotica* stands as a nurse plants, selection of healthy target species seedlings to be planted, planting of target species seedlings under *A. nilotica* stands, observing survival ability and species growth target. An analysis of the survival ability of the seedlings was carried out using the Kaplan-Meier survival curve. The results of this study are the angšana seedlings and kabesak in this study experienced many deaths, external factors such as high-temperature factors due to the long dry season suspected to be the cause. *A. nilotica* shade does not affect the survival of the angšana and kabesak seedlings, allelopathy produced by *A. nilotica* plants accompanied by a drought in a long period of time causes the plants is unable to act as nurse plants for kabesak and angšana plants.

*Corresponding author. Tel: +62 380 881584 Fax: +62 380 881050
E-mail address: arnold_hendrik@yahoo.co.id (A.C. Hendrik)



I. PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati Indonesia yang merupakan salah satu tertinggi di dunia, saat ini mengalami ancaman penurunan akibat banyak tekanan, salah satu diantaranya dikarenakan hadirnya spesies asing invasif. Tumbuhan asing invasif merupakan tumbuhan bukan asli suatu ekosistem yang mampu bersaing untuk mendapatkan sumber daya secara baik di ekosistem tersebut sehingga menghasilkan efek negatif pada vegetasi aslinya (Moris *et al.*, 2009). Karakter tumbuhan asing invasif, seperti tumbuh cepat, reproduksi cepat, dan toleransi lingkungan yang lebar mengakibatkan penurunan bahkan ancaman kepunahan lokal bagi spesies asli suatu ekosistem. Kesuksesan spesies menginvasi habitat baru didukung oleh interaksi antara sifat fenotipik dan kondisi lingkungan habitat tersebut (Parker *et al.*, 2013). Ordonez *et al.* (2010) mengatakan salah satu mekanisme kesuksesan tumbuhan invasif yaitu keterbatasan kesamaan sifat fenotipik dengan spesies asli di suatu habitat.

Di Indonesia telah ada banyak laporan mengenai tumbuhan asing invasif seperti *Acacia nilotica* di Taman Nasional (TN) Baluran (Djufri, 2004), *Acacia decurens* di TN Gunung Merapi (Suryawan *et al.*, 2015). Selain itu terdapat tumbuhan lain yang sangat invasif di banyak daerah seperti *Chromolaena odorata* dan *Lantana camara*. Pulau Timor beriklim semi arid dengan curah hujan yang sangat rendah, pun tidak luput dari ancaman tumbuhan asing invasif. Beberapa jenis tumbuhan invasif di Pulau Timor seperti *Acacia nilotica*, *Chromolaena odorata*, dan *Lantana camara*. Spesies asing invasif ini mampu untuk tumbuh dan berkembang dengan baik di tanah gersang Pulau Timor, di sisi lain hal ini menjadi ancaman bagi spesies asli Pulau Timor.

Acacia nilotica merupakan tumbuhan genus acacia yang dikenal sebagai salah satu genus invasif. *A. nilotica* sangat invasif karena beberapa keunggulan yang dimilikinya seperti produksi biji sangat besar, anakan muda berduri sehingga terbebas dari ancaman dimakan oleh ternak, penyebaran biji cukup jauh oleh satwa liar, tumbuhan muda berkembang sangat cepat, dan tahan terhadap kekeringan dan kebakaran (Djufri, 2004). Keunggulan sifat dari *A. nilotica* membuat tanaman ini sulit dikendalikan dan dengan sangat cepat menguasai suatu wilayah. Di lain sisi, Yang *et al.* (2009) mengatakan beberapa spesies acacia invasif dapat berperan sebagai *nurse plants* bagi tumbuhan asli. *Nurse Plants* adalah tumbuhan yang memfasilitasi pertumbuhan dan perkembangan spesies tanaman lainnya (spesies target) di bawah kanopi mereka dengan menciptakan *microhabitat* yang menguntungkan untuk perkecambahan biji dan atau rekrutmen bibit (Franco & Nobel, 1989). *Nurse plants* berperan untuk meningkatkan

efisiensi fotosintesis tumbuhan asli, dan melindungi spesies asli dari suhu ekstrem. Selain itu, ada juga banyak manfaat lain dari *nurse plants* seperti mempercepat laju pertumbuhan dan siklus nutrisi, meningkatkan efisiensi penggunaan cahaya, dan memperbaiki bentuk pohon (Fuentes-Ramirez *et al.*, 2011). Spesies invasif sebagai *nurse plants* punya potensi digunakan untuk tujuan restorasi ekosistem (Ewel dan Francis, 2004). Oleh karena itu, perlu diketahui peluang rekolonisasi tumbuhan asli pada daerah yang terinvasi spesies asing, dengan melihat bagaimana performa semai tumbuhan di bawah tegakan *A. nilotica*. Penelitian ini dilakukan untuk melihat performa tumbuhan asli Pulau Timor yaitu kabesak (*Acacia leucophloea*) dan matani/angsana (*Pterocarpus indicus*) di bawah tegakan spesies invasif *A. nilotica*. *A. leucophloea* dan *P. indicus* dipilih karena merupakan spesies asli pulau Timor yang memiliki manfaat yang banyak bagi masyarakat daerah ini. Kayu dari kedua spesies tanaman ini dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, sedangkan daun tanaman *A. leucophloea* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam Kabupaten Kupang (-9°59'05.8"LS, 124°00'35.5"BT). Waktu penelitian selama 9 bulan dari bulan Maret - November 2019. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), stasiun Klimatologi Kupang, diketahui suhu pada bulan Juli dengan rentang suhu terendah 18°C-25°C (rata-rata suhu terendah 21,43°C), dengan rentang suhu tertinggi 30,5°C-34,5°C (rata-rata suhu tertinggi 32,55°C), kelembapan rata-rata 68,43%, dan tanpa hari hujan. Pada bulan Agustus dengan rentang suhu terendah 18°C-25°C (rata-rata 21,28°C), dengan rentang suhu tertinggi 28,9°C-34,2°C (rata-rata 32,05°C), dengan kelembapan 68,40%, dan 1 hari hujan (6mm). Pada bulan September dengan rentang suhu terendah 18°C-24°C (rata-rata 21,74°C), dengan rentang suhu tertinggi 29°C-37,1°C (rata-rata 32,40 °C), kelembapan relatif 69,54%, dan tanpa hari hujan. Pada bulan Oktober dengan rentang suhu terendah 19°C-25°C (rata-rata 22,28°C), dengan rentang suhu tertinggi 30,3°C-36,1°C (rata-rata 32,70 °C), kelembapan relatif 71,37%, dan 2 hari hujan (5,6 mm dan 12,8 mm). Penyiapan semai dilakukan selama bulan Maret sampai Mei 2019, sedangkan penanaman semai dilakukan bulan Mei 2019. Pengamatan pertumbuhan semai yang ditanam dilakukan sampai bulan November 2019.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasir, kompos, dan tanah sebagai media tanam, serta benih tanaman asli Pulau Timor yaitu *Acacia leucophloea* dan *Pterocarpus indicus* sebagai spesies target dalam penelitian ini. *Acacia leucophloea* merupakan spesies yang bersifat intoleran terhadap naungan sedangkan *Pterocarpus indicus* merupakan spesies yang semitoleran. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* ukuran 20 x 25 cm, bak kecambah, linggis.

C. Tahapan Pelaksanaan/Rancangan Penelitian

1. Penyiapan semai spesies target: benih spesies target diperoleh dari Hutan Oesublele, dan dilakukan penyortiran untuk memperoleh benih yang berkualitas. Penyemaian dilakukan di Rumah Botani Kampus Universitas Kristen Artha Wacana. Penyemaian dilakukan di bak kecambah pada media pasir, kemudian dipindahkan ke *polybag* dengan media campuran tanah, kompos, dan pasir (2:1:1 v/v). Penyiraman semai dilakukan setiap hari.

2. Pemilihan tegakan *A. nilotica* sebagai nurse plants: Survey lokasi dilakukan untuk mengidentifikasi dan memilih tegakan *A. nilotica* yang akan dijadikan nurse plants. Tegakan *A. nilotica* yang dipilih berdiameter batang >15 cm dengan lebar tajuk > 4 m, rata-rata tinggi bebas cabang nurse plants > 1,5 m. Kriteria pemilihan tegakan ini dilakukan agar intensitas cahaya dan suhu yang diterima semai di bawah naungan berbeda dengan daerah tanpa naungan. Pada penelitian ini dipilih 30 pohon *A. nilotica* untuk dijadikan nurse plants. Pada daerah di bawah naungan *A. nilotica*, kerapatan semai dibuat rendah dengan membersihkan semai tanaman lain dan rumput-rumputan agar mengurangi persaingan semai.

3. Pemilihan semai target untuk ditanam: Semai spesies target yang telah tumbuh dipilih yang sehat untuk ditanam dengan tinggi berkisar 10-15 cm. Kedua semai yang disiapkan untuk setiap spesies target berjumlah 120 semai (60 semai *A. leucophloea* dan 60 semai *P. indicus*). Setiap tegakan *A. nilotica* akan ditanam 2 semai spesies target sehingga masing-masing 30 semai yang ditanam di daerah ternaungi dan terbuka sebagai kontrol.

4. Penanaman semai target di bawah tegakan *A. nilotica*: Pada setiap tegakan *A. nilotica* ditanam masing-masing 2 spesies target. Jarak penanaman antara semai berkisar 1 m untuk mengurangi persaingan. Pada setiap lubang penanaman berukuran diameter 15 cm dengan kedalaman 20 cm, setiap lubang penanaman diberi bokashi dan sekam sebanyak 100 g. Setelah penanaman, selama

2 minggu pertama dilakukan penyiraman setiap hari agar semai dapat tumbuh dengan baik.

5. Pengamatan kemampuan bertahan hidup spesies target: Pengamatan pengaruh *A. nilotica* terhadap spesies target dilakukan 1 bulan setelah penanaman. Waktu pengamatan dilakukan setiap 3 minggu sekali sebanyak 7 kali pengamatan. Dalam pengamatan dilakukan pengamatan terhadap semai yang hidup dan mati.

D. Analisis Data

Untuk analisis kemampuan bertahan hidup semai dilakukan menggunakan kurva survival Kaplan-Meier. Analisis kurva survival Kaplan-Meier menggunakan program statistik SPSS 14. Kesintasan semai angsana yang mendapat naungan *A. nilotica*, diuji menggunakan analisis ketahanan atau analisis keberlanjutan (analisis *survival*). Analisis *survival* digunakan ketika kasus berkaitan dengan waktu atau lama waktu hingga terjadi peristiwa tertentu, dan kemudian adanya data tersensor merupakan karakteristik khas yang membedakannya dengan analisis lain (Klein & Kleinbaum, 2005). Data survival dapat dianalisis menggunakan metode *Life Table*, metode Kaplan-Meier, dan metode *hazard proporsional Cox*. Analisis *survival* dapat digunakan dalam bidang kesehatan untuk menentukan berapa peluang seseorang dapat bertahan hidup (*survival time*) dalam jangka waktu tertentu, atau dalam bidang pendidikan yang pada umumnya kita jumpai adalah penggunaan analisis survival untuk menentukan faktor-faktor yang berhubungan dengan, naik kelas/lulus, tidak naik kelas/tidak lulus, dan putus sekolah (*drop out*) siswa dan mahasiswa (Imran, 2013).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kesintasan semai angsana (*Pterocarpus indicus*) yang ditanam pada naungan *Acacia nilotica* dan areal terbuka

Analisis *survival* pada semai angsana yang ditanam di bawah naungan *A. nilotica* dan areal terbuka dianalisis menggunakan metode Kaplan-Meier untuk mengetahui daya hidup semai angsana setelah perlakuan di minggu ke-20. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa semai angsana yang ditanam di areal terbuka mempunyai persentase hidup yang lebih besar (43,3%) dibanding yang ditanam di bawah naungan *A. nilotica* (30%). Dari 30 semai yang ditanam pada daerah naungan *A. nilotica* dan areal terbuka masing-masing terdapat 9 dan 13 semai yang bertahan hidup atau tersensor sampai 20

Tabel 1. Data jumlah semai angšana yang mengalami kematian dan tetap hidup pada naungan dan areal terbuka

Table 1. Data on the number of angšana seedlings that have died and remain alive in the shade and open areas

Perlakuan (Treatment)	Total N (N total)	N yang mengalami kematian (N who experience d death)	Tersensor (Censored)		Rata-rata (Mean)			
			N	Persen (Percent)	Estimasi (Estimate)	Standard galat (Std. Error)	Taraf kepercayaan 95% (95% Confidence interval)	
							Batas bawah (Lower bound)	Batas atas (Upper bound)
Naungan (Shade)	30	21	9	30,0%	16,200	0,747	14,735	17,665
Tanpa naungan (Without shade)	30	17	13	43,3%	17,733	0,592	16,572	18,894
Total	60	38	22	36,7%	16,967	0,487	16,012	17,921

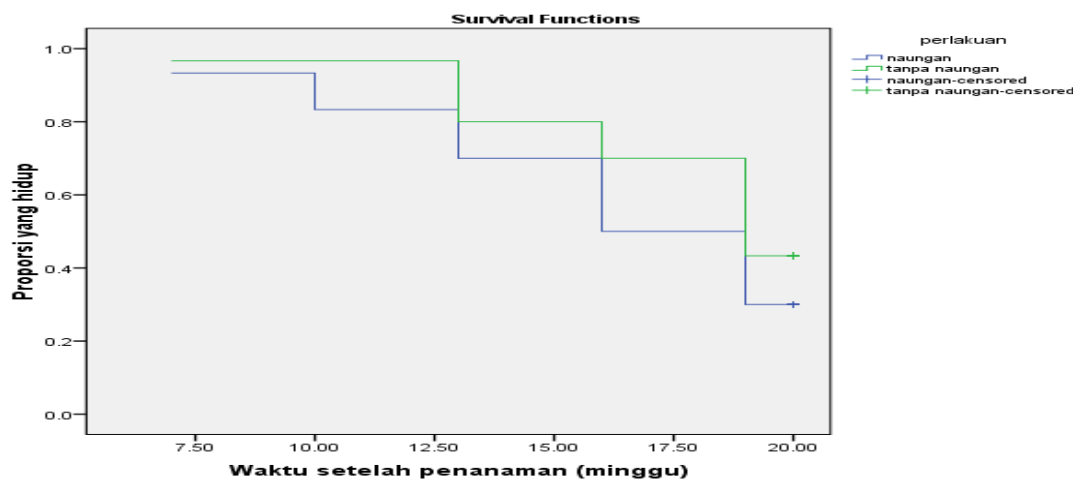
minggu penelitian. Data tersensor adalah data yang tidak dapat diamati secara utuh atau sampai akhir pengamatan individu tersebut belum mengalami peristiwa (resiko). Dilihat dari rata-rata minggu sebelum semai mengalami kejadian (kematian) maka semai yang ditanam dalam naungan *A. nilotica* memiliki rata-rata kematian di minggu ke 16,20 dengan batas bawah rata-rata 14,7 minggu dan batas atas rata-rata 17,6 minggu. Untuk semai angšana yang ditanam di areal terbuka rata-rata semai mengalami kematian pada minggu ke 17,7 minggu, dengan batas bawah nilai rata-rata 16,5 minggu dan batas atas rata-rata 18,89 minggu. Berdasarkan tabel *survival* pada uji Kaplan-Meier diketahui resiko kematian terbesar semai angšana pada daerah naungan *A. nilotica* terjadi pada minggu ke 16 (nilai tingkat *hazard* tertinggi = 0,091). Untuk semai areal terbuka resiko kematian terbesar terjadi pada minggu ke 19 (nilai tingkat *hazard* tertinggi = 0,090). Gambar 1 menunjukkan kurva Kaplan Meier semai angšana pada satuan waktu (minggu) yang diakibatkan perlakuan. Berdasarkan kurva Kaplan Meier pada Gambar 1, terlihat proporsi semai yang bertahan hidup setiap

minggunya selalu pada semai angšana di areal terbuka. Pada proporsi bertahan hidup 50% untuk semai yang ditanam pada naungan *A. nilotica* terjadi pada kisaran 16 minggu, sedangkan pada daerah areal terbuka berkisar pada 18-19 minggu.

Untuk mengetahui apakah perlakuan naungan *A. nilotica* dan areal terbuka berbeda signifikan dalam mempengaruhi peubah kematian semai angšana digunakan uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon) dan Tarone-Ware. Hasil pengujian Tabel 2 menunjukkan bahwa pada taraf kepercayaan 95%, semua bentuk uji menunjukkan bahwa naungan dan areal terbuka tidak berbeda signifikan terhadap kematian semai angšana. Hal ini menunjukkan bahwa naungan *A. nilotica* dan areal terbuka tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kematian angšana.

2. Kelangsungan hidup semai kabesak (*A. leucophloea*) yang ditanam pada naungan *A. nilotica* dan areal terbuka

Analisis *survival* terhadap data semai kabesak yang ditanam pada naungan *A. nilotica* dan areal terbuka menggunakan metode Kaplan Meier disajikan dalam Tabel 3, Tabel 4, dan Gambar 2.



Gambar 1. Kurva Kaplan meier untuk sintasan semai angšana pada daerah naungan dan areal terbuka
Figure 1. Kaplan meier curve for the survival of the angšana seedlings in the shaded areas and open areas

Tabel 2. Hasil uji Log Rank, Breslow, dan Tarone-Ware terhadap perlakuan naungan dan areal terbuka

Table 2. Log Rank, Breslow, and Tarone-Ware test results for shade areas and open areas

Jenis uji (Type of test)	Chi-kuadrat (Chi-Square)	db (df)	Sig. (Sig.)
Log Rank (Mantel-Cox)	2,000	1	0,157**
Breslow (Generalized Wilcoxon)	2,239	1	0,135**
Tarone-Ware	2,141	1	0,143**

Keterangan: ** Berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%, db :derajat bebas, sig. : signifikan

Remarks: ** Not significantly different at the 95% confidence level, db: degree of freedom, sig. : significant

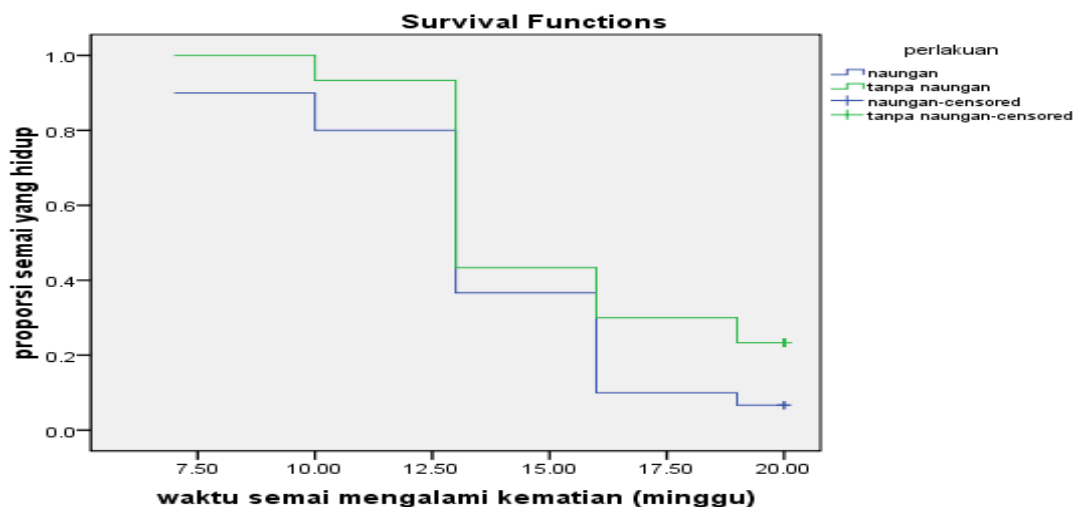
Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa semai kabesak yang ditanam di bawah naungan *A. nilotica* sebagai *nurse plants* yang mengalami kematian sebanyak 28 semai dari 30 semai dan tersisa 2 semai kabesak yang tersensor atau tidak mengalami kematian (6,7%). Semai kabesak yang ditanam di areal terbuka sebanyak 23 semai mengalami kematian dan tersisa 7 semai yang tidak mengalami kematian (tersensor). Pada Tabel 3 juga terlihat bahwa semai kabesak dalam naungan *A. nilotica* rata-rata mengalami kejadian kematian pada minggu ke 13 dengan batas bawah (level kepercayaan 95%) pada minggu ke 12 dan batas atas pada minggu ke 14. Semai kabesak yang ditanam di areal terbuka atau tanpa *nurse plants* (dalam hal ini *A. nilotica*) rata-rata mengalami kematian pada minggu ke 15 dengan batas bawah (level kepercayaan 95%) pada minggu ke 14 dan batas atas pada minggu ke 16.

Berdasarkan tabel *survival* pada uji Kaplan

Meier, diketahui resiko kematian terbesar semai kabesak pada daerah naungan *A. nilotica* terjadi pada minggu ke 13 (nilai tingkat *hazard* tertinggi = 0,088). Untuk semai kabesak pada areal terbuka, resiko kematian terbesar juga terjadi pada minggu ke 13 (nilai tingkat *hazard* tertinggi = 0,090). Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa pada areal terbuka lebih banyak semai kabesak yang tetap sintas dan memiliki rata-rata waktu bertahan hidup lebih panjang sebelum mengalami kematian dibandingkan dengan semai kabesak dalam naungan. Ini memperlihatkan bahwa *A. nilotica* tidak berperan sebagai *nurse plants* terhadap semai kabesak, justru *A. nilotica* mempercepat kematian semai kabesak. Semai kabesak sendiri memiliki resiko kematian pada minggu yang sama baik pada daerah naungan *A. nilotica* dan pada areal terbuka.

Berdasarkan Gambar 2 yang menampilkan grafik proporsi semai yang hidup setiap minggunya, terlihat bahwa setiap minggunya semai kabesak yang masih bertahan hidup pada areal terbuka selalu lebih besar dibandingkan dengan daerah naungan *A. nilotica*. Pada grafik juga terlihat bahwa proporsi bertahan hidup 50% dari semai kabesak di daerah naungan berada pada minggu ke 12, begitu pula dengan kabesak di daerah naungan. Ini memperlihatkan resiko kematian kabesak untuk proporsi 50% tidak dipengaruhi oleh naungan dan tanpa naungan.

Tabel 4 menampilkan hasil uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon) dan Tarone-Ware untuk melihat pengaruh signifikan perlakuan terhadap kematian semai. Hasil uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon) dan Tarone-Ware menampilkan nilai signifikan masing-masing 0,064, 0,129, dan 0,094 sehingga pada taraf kepercayaan 95%, naungan *A. nilotica* dan areal terbuka tidak berpengaruh



Gambar 2. Kurva Kaplan meier untuk sintasan semai kabesak pada daerah naungan dan areal terbuka
Figure 2. Kaplan meier curves for kabesak seedling survival in the shade of *A. nilotica* and open areas

Tabel 3. Data jumlah semai kabesak yang mengalami kematian dan tetap hidup pada naungan *A. nilotica* dan areal terbuka

Table 3. Data on the number of kabesak seedlings that have died and remain alive in the shade of *A. nilotica* and open areas

Perlakuan (Treatment)	Total N (N total)	Jumlah N yang mengalami kematian (N who experienced death)	Tersensor (Censored)		Nilai rata-rata (Mean)			
			N	Persen (Percent)	Estimasi (Estimate)	Standard galat (Std. Error)	Taraf kepercayaan 95% (95% Confidence interval)	
							Batas bawah (Lower bound)	Batas atas (Upper bound)
Naungan (Shade)	30	28	2	6,7%	13,567	0,607	12,377	14,756
Tanpa naungan (Without shade)	30	23	7	23,3%	15,233	0,596	14,066	16,401
Total	60	51	9	15,0%	14,400	0,439	13,540	15,260

signifikan terhadap kematian semai kabesak. Pada taraf kepercayaan lebih rendah (90%), uji Log Rank (Mantel-Cox) dan uji Tarone-Ware menampilkan pengaruh signifikan perlakuan naungan *A. nilotica* dan areal terbuka terhadap kematian semai kabesak.

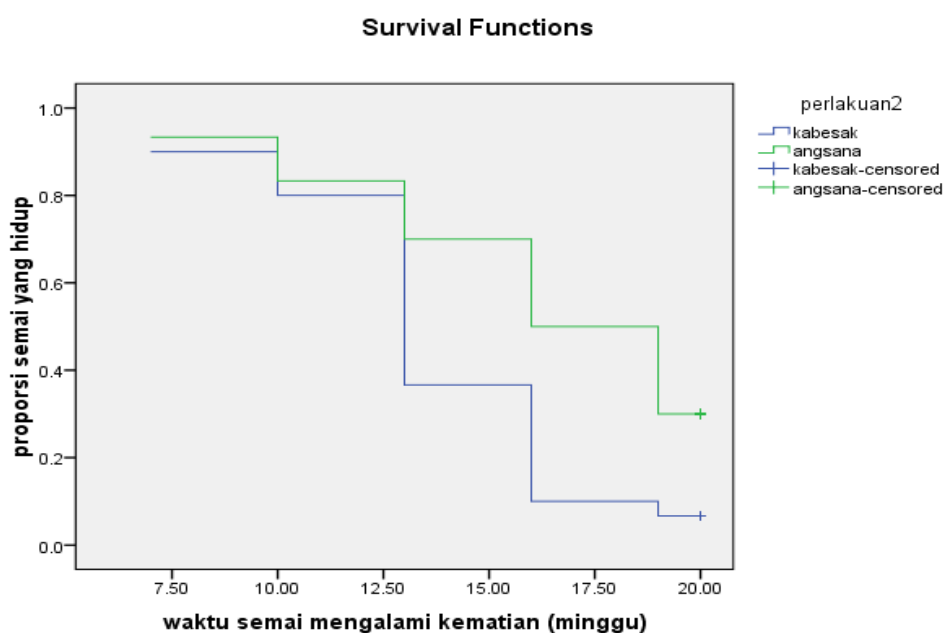
3. Perbandingan kesintasan semai angšana dan kabesak pada naungan *A. nilotica* sebagai nurse plants

Uji kesintasan semai kabesak dan angšana pada daerah naungan *A. nilotica* dilakukan untuk melihat perbandingan kesintasan kedua semai tersebut. Uji kesintasan dilakukan menggunakan metode uji Kaplan-Meier, hasil uji ditampilkan dalam Tabel 5, Tabel 6, dan Gambar 3. Tabel 5 menunjukkan semai kabesak pada daerah naungan yang bertahan hidup sampai akhir penelitian sebesar 6,7% lebih rendah dibandingkan dengan 30% semai angšana yang bertahan hidup. Waktu

rata-rata semai kabesak yang mengalami kematian pada minggu ke 13, ini juga lebih rendah dibandingkan semai angšana (minggu ke 16).

Tabel 5 menunjukkan bahwa resiko kematian terbesar dari semai kabesak dalam naungan terjadi pada minggu ke 13 (tingkat fungsi Hazard = 0,088) dibandingkan dengan resiko kematian terbesar dari semai angšana pada minggu ke 16 (tingkat fungsi Hazard = 0,091). Gambar 3 menunjukkan proporsi 50% semai kabesak dapat bertahan hidup dalam naungan yaitu pada minggu ke 13, dengan perbandingan proporsi 50% semai angšana mampu bertahan hidup pada minggu ke 17.

Uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon) dan Tarone-Ware dalam Tabel 6 menunjukkan bahwa bentuk pengujian uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon), dan Tarone-Ware pada tingkat signifikansi 5% terlihat bahwa perbedaan jenis



Gambar 3. Kurva Kaplan meier untuk sintasan semai kabesak dan angšana pada daerah naungan *A. nilotica*

Figure 3. Kaplan meier curves for the survival of kabesak and angšana seedlings in the *A. nilotica* shade area

Tabel 4. Hasil uji Log Rank, Breslow, dan Tarone-Ware terhadap perlakuan naungan *A. nilotica* dan areal terbuka

Table 4. Log Rank, Breslow, and Tarone-Ware test results for shade of *A. nilotica* and open areas

Jenis uji (Type of test)	Chi -kuadrat (Chi-Square)	db (df)	Sig. (Sig.)
Log Rank (Mantel-Cox)	3,429	1	0,064**
Breslow (Generalized Wilcoxon)	2,301	1	0,129**
Tarone-Ware	2,801	1	0,094**

Keterangan: ** Berbeda tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%, db : derajat bebas, sig. : signifikan
Remarks: ** Not significantly different at the 95% confidence level, db: degree of freedom, sig. : significant

semai (kbesak dan angsana) berpengaruh pada ketahanan/kesintasan semai tersebut terhadap kematian.

4. Perbandingan kesintasan semai angsana dan kbesak pada areal terbuka

Uji kesintasan semai kbesak dan angsana pada areal terbuka dilakukan menggunakan metode uji Kaplan-Meier. Hasil pengujian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semai kbesak pada areal terbuka yang bertahan hidup sampai akhir penelitian sebesar 23,3%, sedangkan semai angsana sebesar 43,3% yang bertahan hidup. Waktu rata-rata semai kbesak yang mengalami kematian pada minggu ke 15, ini juga lebih rendah dibandingkan semai angsana (minggu ke 18).

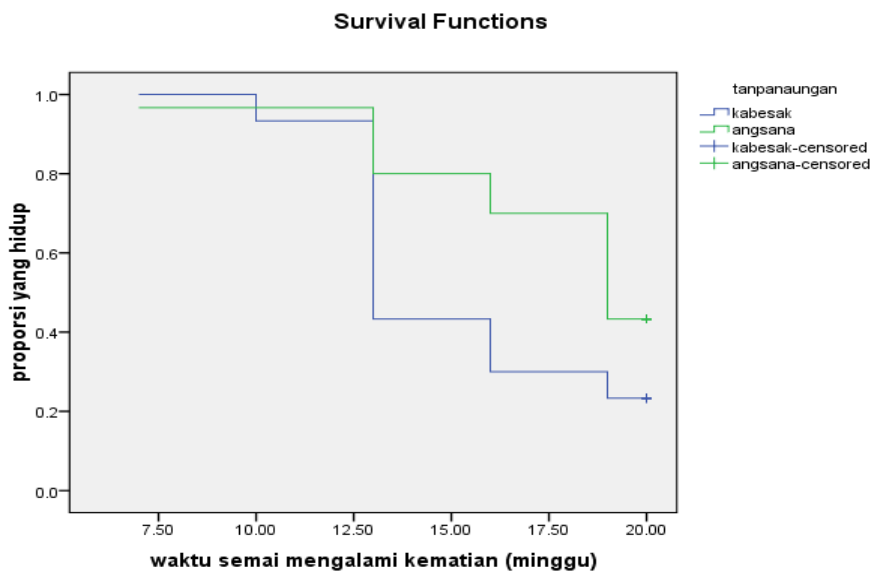
Tabel survival dari uji metode Kaplan-Meier menunjukkan bahwa resiko kematian terbesar dari

semai kbesak dalam naungan terjadi pada minggu ke 13 (tingkat fungsi Hazard = 0,090) dibandingkan dengan resiko kematian terbesar dari semai angsana pada minggu ke 19 (tingkat fungsi Hazard = 0,090). Gambar 4 menunjukkan proporsi 50% semai kbesak dapat bertahan hidup dalam naungan yaitu pada minggu ke 13, dengan perbandingan proporsi 50% semai angsana mampu bertahan hidup pada minggu ke 19.

Uji Log Rank (Mantel-Cox), Breslow (Generalized Wilcoxon) dan Tarone-Ware dalam Tabel 8 menunjukkan bahwa semua bentuk pengujian pada tingkat signifikansi 5% terlihat bahwa perbedaan jenis semai (kbesak dan angsana) berpengaruh pada ketahanan/kesintasan semai yang ditanam pada areal terbuka.

B. Pembahasan

Semai angsana dan kbesak pada penelitian ini banyak mengalami kematian. Total angka kematian semai angsana dan kbesak pada perlakuan naungan *A. nilotica* dan areal terbuka dalam penelitian ini sekitar 70% dan 85% angka kematian. Daya hidup semai yang disipih dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal semai, yaitu kesiapan fisiologis merupakan salah satu faktor yang dominan dalam keberhasilan pertumbuhan semai setelah penyapihan (Suryawan & Irawan, 2017). Jika dilihat dari rata-rata kematian semai yang terjadi di atas minggu ke 13, maka dapat diduga semai telah siap untuk ditanam. Faktor eksternal merupakan faktor yang paling berpengaruh pada kematian semai kbesak dan angsana. Montes-Hernández & Lopez-Barrera (2013) menyatakan beberapa faktor yang menyebabkan tingginya



Gambar 4. Kurva Kaplan Meier untuk sintasan semai kbesak dan angsana pada areal terbuka
Figure 4. Kaplan Meier curves for the survival of kbesak and angsana seedlings in open areas

Tabel 5. Data jumlah semai kabesak dan angšana yang mengalami kematian pada daerah naungan *A. nilotica*

Table 5. Data on the number of kabesak seedlings and angšana that have died in the *A. nilotica* shade area

Perlakuan (Treatment)	Total N (N Total)	Jumlah N yang mengalami kematian (N who experienced death)	Tersensor (Censored)		Nilai rata-rata (mean)			
			N	Persen (Percent)	Estimasi (Estimate)	Std. Galat (Std. Error)	Taraf kepercayaan 95% (95% Confidence interval)	
							Batas bawah (Lower bound)	Batas atas (Upper bound)
Kabesak	30	28	2	6,7%	13,567	0,607	12,377	14,756
Angšana	30	21	9	30,0%	16,200	0,747	14,735	17,665
Total	60	49	11	18,3%	14,883	0,510	13,883	15,884

kematian semai antara lain kompetisi dengan rumput-rumputan, tingginya kehadiran predator dan fluktuasi suhu ekstrem.

Faktor eksternal yang diduga paling berpengaruh sehingga semai kabesak dan angšana banyak mengalami kematian yaitu faktor suhu tinggi (dengan rata-rata suhu tertinggi bulanan 32,05°C sampai 32,70°C dengan suhu mencapai 37°C), dan musim kemarau panjang dengan hari hujan hanya 3 hari selama penelitian dengan curah hujan rendah 5,6 mm -12,8 mm (data berdasarkan BMKG stasiun klimatologi Kupang). Pada saat penelitian merupakan musim kemarau di Pulau Timor sehingga semai mengalami kekeringan karena suhu yang tinggi dan cadangan air tanah rendah. Kekeringan di Pulau Timor umumnya terjadi pada bulan Mei sampai Oktober, dengan puncaknya di bulan September-November sehingga produktivitas tanaman rendah (Bamualim, 2011). Berdasarkan peta tingkat ketersediaan air bagi tanaman bulan Oktober 2019, pulau Timor tergolong kategori kurang/defisit ketersediaan air tanah bagi tanaman dengan ketersediaan air tanah 0-20% (Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika, 2019). Kekeringan akibat curah hujan rendah dan suhu tinggi merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh bagi kematian semai dan sapling (Leiva et al., 2018; Wang et al., 2018). Suhu air dan suhu tanah merupakan bagian faktor lingkungan tempat hidup tanaman yang mempengaruhi kesintasan hidup semai (Castanha et al., 2012).

Berdasarkan hasil analisis diketahui naungan *A. nilotica* tidak memberikan pengaruh kesintasan semai angšana dan kabesak, meski demikian jika dilihat jumlah semai terbanyak yang mati dan semai mengalami kematian tercepat yakni pada daerah di bawah naungan dibanding tanpa naungan. Naungan *A. nilotica* dalam hal ini tidak berperan sebagai *nurse plants*, meskipun *A. nilotica* yang menurunkan suhu ekstrem sehingga tercipta iklim mikro yang lebih baik bagi semai, yang juga merupakan fungsi utama *nurse plants* (Yang et al., 2009). Hal ini ternyata tidak berperan untuk kesintasan semai di bawah naungan *A. nilotica*. Kekeringan yang mengakibatkan kurangnya air

Tabel 6. Hasil uji Log Rank, Breslow, dan Tarone-Ware terhadap perlakuan jenis semai pada daerah naungan

Table 6. Log Rank, Breslow, and Tarone-Ware test results for seedling treatment in the shade area

Jenis uji (Type of test)	Chi-Square	df	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	8,700	1	0,003*
Breslow (Generalized Wilcoxon)	7,580	1	0,006**
Tarone-Ware	8,345	1	0,004*

Keterangan: * Berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% ** berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%, db : derajat bebas, sig. : signifikan

Remarks: * Significantly different at the 5% confidence level ** not significantly different at the 5% confidence level, db: degree of freedom, sig. : significant

tanah bagi tanaman kembali merupakan faktor mengapa *A. nilotica* tidak dapat berperan sebagai *nurse plants*. Badano et al. (2009) menyatakan bahwa *nurse plants* hanya dapat berperan jika tersedia air yang cukup, tanpa ketersediaan air maka tingkat kesintasan semai di bawah naungan *nurse plants* akan tetap rendah karena suhu ekstrem dan kurangnya air. Hal lain yang diduga mempengaruhi ketidakberhasilan *A. nilotica* untuk berperan sebagai *nurse plants* karena tumbuhan ini memproduksi alelopati. Alelopati yang diproduksi *A. nilotica* melalui akar, daun, bunga, buah, dan biji menyebabkan komposisi tumbuhan yang hidup di bawah tegakan *A. nilotica* sangat rendah, alelopati menyebabkan lingkungan sekitarnya mengalami perubahan dan bersifat racun bagi tumbuhan lainnya (Djufri, 2010). Alelopati yang dihasilkan suatu tanaman disertai kekeringan dalam jangka waktu yang panjang menyebabkan tanaman tersebut tidak mampu berperan sebagai *nurse plants* bagi semai tanaman yang tumbuh di bawah naungannya (Pueyo et al., 2016).

Ditinjau dari jenis semai target yang ditanam di bawah tegakan *A. nilotica* maka dilihat bahwa terdapat perbedaan signifikan kesintasan semai

Tabel 7. Data jumlah semai kabesak dan angsana yang mengalami kematian pada areal terbuka
Table 7. Data on the number of kabesak seedlings and angsana seedlings that have died in open areas

Areal terbuka (Open areas)	Total N (N Total)	Jumlah N yang mengalami kematian (N who experienced death)	Tersensor (Censored)		Nilai rata-rata (Mean)			
			N	Persen (Percent)	Estimasi (Estimate)	Stndr galat (Std. Error)	Taraf kepercayaan 95% (95% Confidence interval)	
							Batas bawah (Lower bound)	Batas atas (Upper bound)
Kabesak	30	23	7	23,3%	15,233	0,596	14,066	16,401
Angsana	30	17	13	43,3%	17,733	0,592	16,572	18,894
Total	60	40	20	33,3%	16,483	0,450	15,601	17,365

yang diberi perlakuan naungan dan tanpa naungan setelah diuji secara statistik. Angsana pada daerah naungan *A. nilotica* dan areal terbuka memiliki kesintasan lebih tinggi dan rata-rata waktu semai mengalami kematian lebih tinggi dari kabesak. Ini menunjukkan bahwa semai angsana memiliki ketahanan terhadap pengaruh naungan karena termasuk spesies semitoleran, dibandingkan kabesak yang termasuk spesies intoleran. Kabesak diketahui merupakan tanaman asli Pulau Timor yang bersifat intoleran sehingga membutuhkan cahaya matahari untuk bertumbuh, sehingga tidak tahan naungan, ini mengakibatkan semai alam kabesak di hutan primer banyak mengalami kematian sehingga tidak mencapai fase pancang (Hendrik *et al.*, 2019).

Salah satu faktor lain yang berpengaruh terhadap persentase hidup semai di lapangan adalah mutu bibit. Damayanti dan Sudrajat (2019) menyatakan semai nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) pada kelompok morfologi tertentu (tinggi dan diameter semai) berpengaruh terhadap mutu semai dan persentase hidup semai. Budiman *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa morfologi semai di awal penanaman di lapangan berkorelasi positif terhadap persentase hidup semai di lapangan. Karena itu, diduga angsana yang ditanam di lapangan memiliki kelas tinggi dan diameter semai lebih baik dibandingkan dengan semai kabesak. Hal ini mengakibatkan mutu semai angsana lebih baik dari semai kabesak, sehingga persentase semai angsana yang bertahan hidup lebih baik dibandingkan angsana. Beberapa semai tanaman memiliki ketahanan yang berbeda terhadap faktor lingkungan seperti cekaman kekeringan dan rendahnya ketersediaan nutrisi (Irawan *et al.*, 2019). Beberapa tanaman diketahui memiliki ketahanan terhadap naungan dan zat penghambat pertumbuhan, salah satu contohnya tanaman *Shorea assamica* Dyer (Irawan & Darwo, 2017). Ketahanan itu dipengaruhi faktor internal tanaman itu sendiri atau simbiosisnya tanaman itu dengan organisme lain (Irawan *et al.*, 2019; Prayudyaningsih, 2014). Selain faktor-faktor di atas diduga pula semai kabesak memerlukan teknik penyapihan yang tepat agar lebih sintas

Tabel 8. Hasil uji Log Rank, Breslow, dan Tarone-Ware terhadap perlakuan jenis semai pada areal terbuka

Table 8. Log Rank, Breslow, and Tarone-Ware test results for seedling treatment in open areas

Jenis uji (Type of test)	Chi-kuadrat (Chi-Square)	db (df)	Sig. (Sig.)
Log Rank (Mantel-Cox)	5,633	1	0,018**
Breslow (Generalized Wilcoxon)	7,441	1	0,006**
Tarone-Ware	6,697	1	0,010**

Keterangan: ** Berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%, db : derajat bebas, sig : signifikan

Remarks: ** Not significantly different at the 95% confidence level, db: degree of freedom, sig.: significant

setelah ditanam. Karena teknik penyapihan dapat berpengaruh terhadap daya hidup dan pertumbuhan semai (Suryawan & Irawan, 2017).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Semai angsana dan kabesak banyak mengalami kematian. Faktor eksternal yang diduga paling berpengaruh terhadap kematian semai kabesak dan angsana adalah suhu tinggi karena musim kemarau panjang. Naungan *A. nilotica* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kesintasan semai angsana dan kabesak. Meskipun demikian, jika dilihat jumlah semai yang mengalami kematian terbanyak dan tercepat, dialami oleh semai pada daerah di bawah naungan dibanding areal terbuka. Semai angsana dalam penelitian ini memiliki kesintasan lebih baik dari kabesak pada daerah naungan *A. nilotica* maupun areal terbuka.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait efek alelopati *A. nilotica* terhadap *A. leucophloea* dan *P. indicus* untuk dapat memastikan pengaruh alelopati terhadap kematian 2 semai target tersebut. Selain 2 jenis spesies target di atas perlu

dilakukan uji efek alelopati terhadap jenis tanaman asli lain atau tanaman yang biasanya digunakan sebagai tanaman reboisasi. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau sehingga cekaman suhu dan kekeringan turut mempengaruhi penelitian ini, karena itu disarankan penelitian yang sama di musim hujan. Disarankan pula untuk dilakukan penelitian efek tumbuhan invasif lain seperti *Chromolena odorata* dan alang-alang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang melalui program Penelitian Dosen Pemula (PDP) telah membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang yang mengizinkan peneliti melakukan penelitian di Kawasan Hutan Diklat Sisimeni Sanam.

DAFTAR PUSTAKA

Badano, E.L., P'erez, D., & Vergara, C.H. (2009). Love of nurse plants is not enough for restoring oak forests in a seasonally dry tropical environment. *Restoration Ecology*, 17(5), 571–576.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2019). Tingkat Ketersediaan Air Bagi Tanaman - Oktober 2019. Diambil tanggal 15 November 2019 dari : <https://www.bmkg.go.id/iklim/ketersediaan-air-tanah.bmkg?p=tingkat-ketersediaan-air-bagi-tanaman-oktober-2019&tag=&lang=ID>

Bamualim, A.M. (2011). Pengembangan Teknologi Pakan Sapi Potong Di Daerah Semi-Arid Nusa Tenggara. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(3), 175-188.

Budiman, B., Sudrajat D.J., Lee, D.K & Kim, Y.S. (2015). Effect of initial morphology on field performance in white jaboron seedlings at Bogor, Indonesia. *Forest Science and Technology*, 11(4), 206-211. DOI: 10.1080/21580103.2015.1007897

Castanha, C., Torn, M.S., Germino, M.J., Weibel, B., & Kueppers, L.M. (2012). Conifer seedling recruitment across a gradient from forest to alpine tundra: effects of species, provenance, and site. *Plant Ecology & Diversity*, 6(3-4), 307-318. DOI:10.1080/17550874.2012.716087

Damayanti, R.U., & Sudrajat, D.J. (2019). Korelasi Karakteristik Bibit Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) dengan Pertumbuhan Tanaman pada Tingkat Lapang. *Jurnal WASIAN*, 6(1), 45-55. DOI: 10.20886/jwas.v6i1.2998

Djufri. (2004). *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. dan Permasalahannya di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas*, 5(2), 96-104. DOI: 10.13057/biodiv/d050211

Djufri. (2010). Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan Bawah pada Tegakan Akasia di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Biologi Edukasi*, 2(2), 45-68.

Ewel J, & Francis P. (2004). A place for alien species in ecosystem restoration. *Frontiers Ecology and Environment*, 2, 354–360.

Franco A.C, & Nobel P.S. (1989). Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77, 870–886. DOI: [10.2307/2260991](https://doi.org/10.2307/2260991)

Fuentes-Ramirez A, Pauchard A, Cavieres LA, & Garcia RA. (2011). Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. *Forest Ecology and Management*, 261, 1003-1009. doi:10.1016/j.foreco.2010.12.018

Hendrik A. C, Kusmana C & Muhdin. (2019). Stand and Site Characteristics Of Kabesak (*Acacia Leucophloea*) In Timor Island, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 8(2), 147 – 157. doi: <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2019.vol8i2pp147-157>

Imran, F. (2013). *Identifikasi Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Mahasiswa Putus Kuliah di IPB Angkatan 2008 Menggunakan Analisis Survival* (Skripsi). Bogor. Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Institut Pertanian Bogor

Irawan, A & Darwo. (2017). Respon Pertumbuhan Semai *Shorea Assamica* dyer terhadap Tingkat naungan Dan Perlakuan Bahan Penghambat Tumbuh. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 6(1), 21-29. doi:<http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2017.vol6iss1pp21-29>

Irawan A, Hidayah H.N., & Mindawati, N. (2019). Pengaruh Perlakuan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka Wasian, Nantu, dan Mahoni. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 8(1): 39 – 45. doi: <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2019.vol8i1pp39-45>

Klein M, & Kleinbaum D. (2005). *Survival Analisis: A Self-Learning Text* (2nd ed). New York:Springer.

Leiva, M.J., Pérez-Romero, J.A., & Mateos-Naranjo, E. (2018). The effect of simulated damage by weevils on *Quercus ilex subsp. Ballota* acorns germination, seedling growth and tolerance to experimentally induced drought. *Forest Ecology and Management*, 409, 740–748.

Montes-Hernández, B., & López-Barrera, F. (2013). Seedling establishment of *Quercus insignis*: A critically endangered oak tree species in southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 310, 927–934.

Moris WK, Hansen MH, Nelson MD, & McWilliams W. (2009). Relation of Invasive Ground cover Plant Presence to Evidence of Disturbance in the Forest of the Upper Midwest of the United States. *Invasive and Forest Ecosystem*. New York: CRC.

Ordóñez A, Wright IJ & Olff H. (2010). Functional differences between native and alien species: a global-scale comparison. *Functional Ecology*, 24, 1353–1361. doi:10.1111/j.1365-2435.2010.01739.x

- Parker JD, Torchin ME, Hufbauer RA, Lemoine NP, Alba C, Blumenthal DM, Bossdorf O, Byers JE, Dunn AM, Heckman RW, Hejda M, Jarošík V, Kanarek AR, Martin LB, Perkins SE, Pyšek P, Schierenbeck K, Schloeder C, Van Klinken R, Vaughn KJ, Williams W, & Wolfe LM. (2013). Do invasive species perform better in their new ranges?. *Ecology*, 94(5), 985–994.
- Prayudyaningsih, R. (2014). Pertumbuhan Semai *Alstonia Scholaris*, *Acacia Auriculiformis* dan *Muntingia Calabura* Yang Diinokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 13 – 23.
- Pueyo, Y., D. Moret-Fernández, A. I. Arroyo, A. de Frutos, S. Kéfi, H. Saiz, R. Charte, M. L. Giner, & C. L. Alados. (2016). Plant nurse effects rely on combined hydrological and ecological components in a semiarid ecosystem. *Ecosphere*, 7(10), e01514. 10.1002/ecs2.1514
- Suryawan D, Sutyanto E, Umayana R, Kurnia A, & Hadiyan Y. (2015). Sebaran spesies asing invasif *Acacia decurrens* di kawasan Taman Nasional Gunung Merapi. *Prosiding seminar nasional masyarakat biodiversitas Indonesia* 1(4), 738-742. DOI:10.13057/psnmbi/m010409
- Suryawan, A & Irawan, A. (2017). Pengaruh Teknik Penyapihan Terhadap Daya Hidup dan Pertumbuhan Tinggi Bibit Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*). *Jurnal WASIAN*, 4(1), 47-54.
- Wang, Q., Zhao, C., Gao, C., Xie, H., Qiao, Y., Gao, Y., Yuan, L., Wang, W., Ge, L., & Zhang, G. (2018). Effects of environmental variables on seedling-sapling distribution of Qinghai spruce (*Picea crassifolia*) along altitudinal gradients. *Forest Ecology and Management*, 384, 54–64.
- Yang L, Liu N, Ren H, & Wang J. (2009). Facilitation by two exotic *Acacia*: *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* as nurse plants in South China. *Forest Ecology and Management*, 257, 1786–1793. doi:10.1016/j.foreco.2009.01.033