

FAKTOR PENYEBAB KEMATIAN SEMAI KABESAK (*Acacia leucophloea* Roxb. Willd.) DI HUTAN TROPIS GUGUR DAUN PULAU TIMOR

(Factors causing the death of Kabesak (*Acacia leucophloea* Roxb. Willd.) seedlings in the monsoon tropical forest of Timor Island)

Arnold C. Hendrik* , Novi I. Bullu

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

Article Info

Article History:
Received 24 January 2021;
Accepted 14 July 2021;
Published online
25 August 2021

Kata Kunci:
Kesintasan semai,
kekeringan, naungan,
herbivor, kabesak

Keywords:
Seedling survival, drought,
shade, herbivore, kabesak

How to cite this article:
Hendrik, A. C., & Bullu, N. I.
(2021). Factors causing the
death of Kabesak (*Acacia
leucophloea* Roxb. Willd.)
seedlings in the monsoon
tropical forest of Timor
Island. *Jurnal Penelitian
Kehutanan Wallacea*, 10(2),
177-187.

<http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2021.vol10iss2pp177-187>

ABSTRAK

Tingkat regenerasi kabesak (*Acacia leucophloea*) di hutan primer Pulau Timor didominasi oleh pohon dibanding semai dan sapling. Suplai semai dan sapling sangat penting untuk mengatur atau mempertahankan populasi tumbuhan dan adaptasinya terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh naungan, herbivor dan tinggi semai pada saat mengalami kekeringan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan semai kabesak di hutan alam di Pulau Timor. Penelitian dilakukan pada musim kemarau yaitu dari Bulan Juli sampai Desember 2020. Tahapan dalam penelitian ini meliputi penentuan lokasi penelitian dan pemilihan semai kabesak yang tumbuh di alam, penandaan dan pengukuran tinggi semai kabesak yang telah dipilih. Pengumpulan data dilakukan delapan kali dengan interval waktu 3 minggu, meliputi jumlah semai yang mati dan jumlah daun untuk semai yang bertahan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa naungan dapat mengurangi efek kekeringan sehingga meningkatkan kesintasan semai di habitat alami hutan tropis gugur daun. Selain faktor naungan, faktor tinggi semai pada saat mengalami kekeringan juga mempengaruhi kesintasan semai kabesak, yang mana semai dengan tinggi 15 cm atau lebih tidak ada yang mengalami kematian. Herbivor dalam penelitian ini diketahui bukan penyebab utama kematian semai. Untuk memastikan kesintasan semai kabesak di habitat alaminya maka sebaiknya menghindari semai kabesak < 15 cm dari efek kekeringan dalam jangka waktu panjang, herbivor, dan kebakaran.

ABSTRACT

Regeneration of kabesak (*Acacia leucophloea*) in the primary forest of the Timor Island regeneration is dominated by tree stands than seedlings and saplings. Seedling and sapling supplies are very important for regulating or maintaining plant populations and their adaptation to environmental changes. This study aims to determine the effect of shades, herbivores, and seedlings height on the survival and growth of Kabesak seedlings in natural forests in Timor Island. The research was conducted in dry season, from July to December 2020. The stages in this study were determining the research location and selecting kabesak seedlings that grew in nature, marking and measuring of height of the selected kabesak seedlings. Data collection was done eight times with interval of three weeks including number of dead seedling and number of leaves for live seedlings. The results showed that the presence of shade can reduce the effects of drought, thereby increasing the survival of seedlings in the natural habitat of deciduous tropical forests. Apart from shading factors, seedling height during the dry season also affect the survival of kabesak seedlings, where there was no dead seedling with 15 cm or more height. The herbivores in this study were not found to be the main cause of death for seedlings. To ensure the survival of kabesak seedlings in their natural habitats, it is necessary to avoid kabesak seedlings < 15 cm from the effects of long-term drought, as well as from herbivores and fires.

Read online



Scan this QR code with your Smart phone or mobile device to read online.

* Corresponding author. Tel: +62 380 881584 Fax: +62 380 881050

✉ E-mail address arnold_hendrik@yahoo.co.id (A.C. Hendrik)

I. PENDAHULUAN

Kondisi iklim Pulau Timor yang tergolong kering (arid) dan semi arid menyebabkan tidak semua jenis tumbuhan berkayu dapat hidup di daerah ini. Beberapa jenis tumbuhan berkayu yang mampu hidup di Pulau Timor antara lain asam (*Tamarindus indica*), cemara (*Casuarina equisetifolia*), kayu merah (*Pterocarpus indicus*), nitas (*Sterculia foetida*), mimba (*Azadirachta indica*), kesambi (*Schleichera oleosa*), jati (*Tectona grandis*), kabesak (*Acacia leucophloea*) dan beberapa jenis lain (Pamungkas *et al.*, 2015). Kabesak merupakan salah satu tanaman asli Pulau Timor yang ditemukan pada beberapa ekosistem, seperti hutan gugur daun tropis, padang rumput, semak belukar dan beberapa tipe ekosistem lainnya.

Tanaman kabesak memiliki manfaat yang cukup penting bagi masyarakat setempat. Kayu tanaman ini memiliki kualitas yang baik sehingga dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Daun kabesak digunakan sebagai pakan ternak pada musim kering ketika hijauan untuk pakan berkurang, karena daun tanaman kabesak tetap hijau sepanjang waktu. Selain itu, kabesak dimanfaatkan sebagai tanaman untuk restorasi ekosistem dan rehabilitasi lahan kritis di Pulau Timor. Hendrik *et al.* (2019) mengatakan bahwa di tipe hutan primer, populasi kabesak cenderung didominasi pohon dengan diameter besar dari pada semai dan sapling. Hal ini menunjukkan pada hutan primer ada banyak tekanan dari lingkungan yang mengakibatkan regenerasi kabesak berjalan kurang baik. Kabesak menghasilkan benih dalam jumlah banyak namun jumlah sapling di habitat alami cenderung sedikit. Jumlah produksi benih kabesak di Soe dan Kupang rata-rata 1716,17 g/pohon, dan berkorelasi positif dengan diameter batang dan tinggi pohon (Syamsuwida *et al.*, 2014).

Banyak benih tidak mampu berkecambah atau banyak semai dan sapling yang mengalami kematian. Semai dan sapling merupakan fase paling penting dalam regenerasi tumbuhan (Donath & Eckstein, 2010; Pardos *et al.*, 2014). Semai dan sapling sebagai tanaman muda harus melewati tahap kehidupan awal sebelum dewasa dan berkembang biak, yang memungkinkan penyebaran lebih lanjut (Vergara-Tabares *et*

al., 2016). Ketersediaan semai dan sapling sangat penting untuk mengatur atau mempertahankan populasi tumbuhan dan adaptasinya terhadap perubahan lingkungan (Han *et al.*, 2018). Banyak penelitian telah memfokuskan pada kelangsungan hidup semai sebagai komponen penting dari pembentukan tumbuhan, yang membentuk tingkat migrasi tumbuhan tersebut (Correia *et al.*, 2018; Gailing, 2013).

Faktor lingkungan dan genetika berperan terhadap pertumbuhan dan kematian semai-sapling. Untuk itu, perlu adanya pemahaman mengenai faktor-faktor lingkungan penyebab kematian semai kabesak, dalam upaya menjaga regenerasi hutan di Pulau Timor. Dengan pemahaman yang baik mengenai pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan dan kematian semai-sapling dapat membantu untuk memahami respons spasial hutan dan individu spesies pohon (Castanha *et al.*, 2012). Kematian semai dan sapling kabesak diduga dikarenakan faktor lingkungan seperti adanya herbivor, kekeringan, dan faktor lainnya. Menurut Wang *et al.* (2017) salah satu faktor lingkungan lain yang berpengaruh terhadap kematian semai dan sapling adalah suhu. Meski demikian, semai setiap spesies memiliki ketahanan yang berbeda terhadap cekaman kekeringan maupun ketersediaan hara tanah (Irawan *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penting untuk mempelajari daya tahan masing-masing spesies tanaman hutan terhadap cekaman lingkungan. Sampai saat ini belum diketahui faktor penyebab dari kematian semai kabesak di hutan tropis gugur daun Pulau Timor, karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh naungan, herbivor dan tinggi semai terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan semai kabesak di hutan alam. Sesuai dengan pernyataan Chai *et al.*, (2016) pemahaman faktor-faktor yang mendukung keberhasilan regenerasi suatu spesies merupakan kunci awal dalam konservasi dan manajemen hutan.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Juli sampai bulan Desember 2020. Lokasi penelitian di Hutan Oesublele, Kecamatan

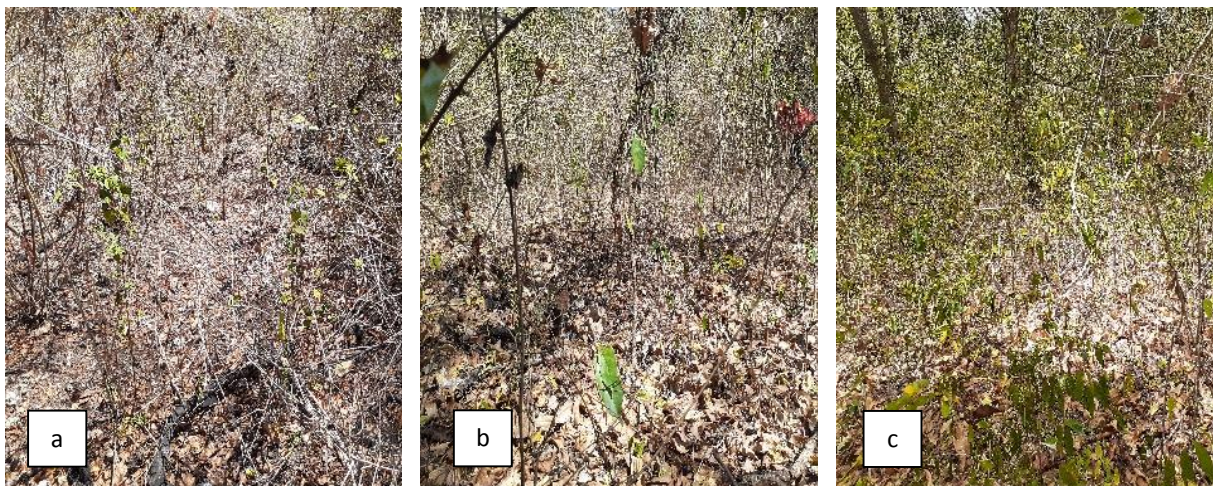
Mollo Selatan, Kabupaten Timor Tengah Selatan (9°52'36.6"S 124°12'19.1"E) dengan ketinggian tempat 450-500 mdpl. Suhu rata-rata bulanan berkisar dari 31,58 °C - 34,71°C selama penelitian berlangsung, sedangkan curah hujan berkisar dari 0 mm-2,69 mm/bulan (BMKG, 2020). Hutan Oesublele, yang merupakan salah satu tipe ekosistem hutan tropis gugur daun di Pulau Timor. Hutan ini merupakan salah satu hutan primer di Kabupaten TTS, karena merupakan hutan lindung yang ditetapkan pemerintah maupun hutan yang dilindungi secara adat oleh masyarakat sekitar. Jenis-jenis pohon penyusun hutan ini antara lain kabesak, angsana/kayu merah, *manufui* (*Ziziphus celtidifolia* DC.), *nitas*, pulai (*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.). Tumbuhan perdu dan semak yang ditemukan di Hutan Oesublele adalah *hausunaf* (*Ziziphus timorensis* DC.), *haukofi* (*Tricalysia javanica* Bl), *papi* (*Exocarpus Latifolia* R.Br), *sufmuti* (*Chromolena odorata* L.) dan beberapa semak berduri lainnya.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah linggis, *global positioning system* (GPS), kamera, kawat duri, tang, paku, palu, dan alat tulis. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah semai kabesak (*Acacia leucophloea*).

C. Rancangan Penelitian

Terdapat 3 faktor pengelompokan dalam penelitian ini yaitu pemagaran, naungan dan tinggi semai. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap 121 semai kabesak terpilih di Hutan Oesublele. Dari 121 semai dibagi sebanyak 34 semai dipagari menggunakan kawat duri dan 87 semai tidak dipagari. Jumlah semai yang dipagari cukup berbeda namun 34 semai yang dipagari sudah dapat dianggap menggambarkan perbedaan semai yang dipagari dan tidak dipagari. Pemagaran ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari herbivor besar seperti sapi, kambing, atau rusa. Sapi dan kambing merupakan hewan ternak yang dilepas liarkan penduduk setempat ke dalam Hutan Oesublele, sedangkan rusa merupakan hewan liar yang hidup di Hutan Oesublele. Hewan-hewan ternak ini hampir dipelihara setiap penduduk sekitar hutan dan diduga dapat memakan semai kabesak yang dapat mengakibatkan kematian semai. Untuk pengamatan naungan dibagi dalam 3 kategori (**Gambar 1**) yaitu kategori 1 tidak ada naungan dari bulan Agustus pada saat penelitian dimulai sebanyak 50 semai (**Gambar 1a**), kategori kedua tidak ada naungan sejak bulan September 2020 sebanyak 31 semai (**Gambar 1b**), sedangkan kategori ketiga ada naungan



Gambar 1. Kategori naungan: (a) kategori 1 (tidak ada naungan dari bulan Agustus pada saat penelitian dimulai), (b) kategori 2 (tidak ada naungan sejak bulan September), dan (c) kategori 3 (ada naungan selama penelitian berlangsung meskipun tidak berupa naungan penuh)

Figure 1. Shade category: (a) category 1 (no shade from August when the research started), (b) category 2 (no shade since September), and (3) category 3 (there is shade during the research even though it is not full shade).

selama penelitian berlangsung meskipun tidak berupa naungan penuh karena beberapa pohon mengalami gugur daun dengan jumlah 40 semai ([Gambar 1c](#)). Semai tidak ternaungi sejak bulan Agustus dan September karena pohon atau semak belukar di sekitar semai kurang rapat sehingga saat pohon tersebut mengalami gugur daun atau saat semak belukar mengering, semai kabesak tidak memperoleh lagi naungan yang cukup. Semai juga dikategorikan dalam 3 kelompok berdasarkan tinggi semai yaitu 5-14,99 cm (75 Semai), 15-24,99 cm (36 semai) dan ≥ 25 cm (10 semai) yang mana semai dengan seluruh kategori tinggi ini tersebar pada setiap kategori naungan. Semai dalam penelitian ini diprediksi umurnya < 1 tahun dan > 1 tahun. Semai umur < 1 tahun diduga dari batang yang relatif kecil dan tinggi < 20 cm, serta masih memiliki batang utama tanpa ada percabangan karena batang utama mengering. Semai yang tidak memenuhi salah satu dari tiga kriteria tersebut dikategorikan semai dengan umur > 1 tahun.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Survei lokasi penelitian

Survei dilakukan untuk mengamati lokasi dalam Hutan Oesublele yang sesuai dengan kriteria yang telah dirancang. Berdasarkan survei dipilih 7 lokasi yang terdapat tanaman kabesak yang memenuhi kriteria yang ditetapkan dengan total 121 semai kabesak yang dipilih.

2. Pemilihan dan penandaan semai

Semai kabesak yang dipilih merupakan semai kabesak yang masih sehat dengan daun yang hijau dan segar. Tinggi semai yang dipilih maksimal 40 cm dan minimal 5 cm. Setiap semai yang dipilih ditandai sehingga semai mudah dikenali saat survei selanjutnya. Setiap semai yang ditandai dicatat karakteristiknya berdasarkan kategori-kategori yang telah ditetapkan. Semai yang terpilih kemudian dikelompokkan menurut perlakuan dan kategori sesuai rancangan penelitian.

3. Pengamatan semai

Pengamatan semai dilakukan sebanyak delapan kali dengan interval waktu 3 minggu. Data yang dikumpulkan adalah jumlah semai yang mati dan jumlah daun untuk semai yang

bertahan hidup. Semai dikategorikan mati jika seluruh batang utama telah mengering atau jika semai tidak ditemukan dalam pengamatan. Jumlah daun dihitung per ibu tangkai daun karena daun kabesak merupakan tipe daun majemuk. Dikumpulkan pula data sekunder yaitu data rata-rata suhu maksimum ($^{\circ}\text{C}$), rata-rata curah hujan (mm), dan rata-rata lama penyinaran matahari (jam) dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika setempat.

E. Analisis Data

Data tingkat kematian semai kabesak per kategori baik semai dalam naungan dan tanpa naungan, semai yang dipagari dan tidak dipagari, semai berdasarkan tinggi dianalisis menggunakan analisis survival Kaplan-Meier (Kleinbaum & Klein, 2005). Data pertumbuhan semai berupa jumlah daun dianalisis secara deskriptif berdasarkan grafik rata-rata jumlah daun pada setiap pengamatan.

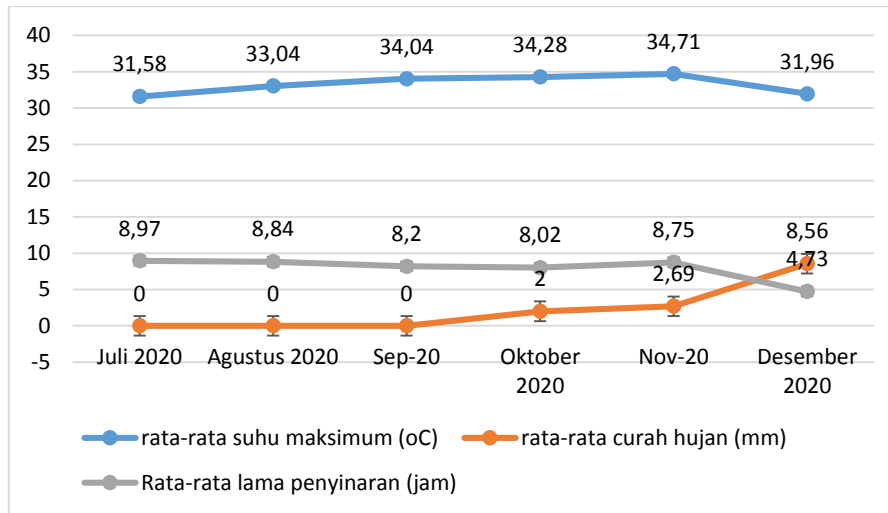
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pada saat musim hujan dari bulan November sampai bulan April, Hutan Oesublele terlihat hijau, memasuki musim kering terutama puncak musim kering di bulan Agustus sampai Oktober hutan ini terlihat gersang karena hampir semua pohon menggugurkan daunnya. Pada bulan Juli sampai November 2020 rata-rata suhu tertinggi di Pulau Timor berkisar antara $31,58^{\circ}\text{C}$ sampai $34,71^{\circ}\text{C}$. Pada rentang bulan yang sama tidak ada hari hujan di bulan Agustus dan September 2020, pada bulan Oktober 2020 tercatat 5 hari hujan dengan jumlah curah hujan 2 mm, sedangkan bulan November 2020 tercatat 10 hari hujan dengan jumlah curah hujan 2,69 mm. Rata-rata lama penyinaran pada rentang bulan yang sama berkisar antara 8,02 sampai 8,97 jam/hari (BMKG, 2020). Penyajian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

B. Faktor Penyebab Kematian Semai Kabesak

Berdasarkan hasil pengamatan dari bulan Agustus sampai Desember 2020 tercatat 11 semai kabesak (9,1%) mengalami kematian



Gambar 2. Suhu, curah hujan dan lama penyinaran selama bulan Juli – Desember di Pulau Timor (BMKG, 2020)

Figure 2. Temperature, rainfall and length of radiation from July - December at Timor Island (BMKG, 2020)

dari total 121 semai. **Tabel 1** memperlihatkan berdasarkan kategori naungan terlihat bahwa semai yang masuk dalam kelompok ketiga tidak ada yang mengalami kematian, pada kelompok pertama terdapat 5 semai (10%) yang mati, sedangkan pada kelompok kedua terdapat 6 semai (19,4%) yang mati. Hasil uji Log Rank (Mantel-Cox) pada **Tabel 2** memperlihatkan kategori naungan berpengaruh pada kematian semai kabesak (nilai signifikan 0,004, lebih kecil dari 0,05). Berdasarkan grafik *survival* kumulatif pada **Gambar 3** terlihat bahwa semai mulai mengalami kematian pada minggu ke 15 (bulan November) pada naungan kategori 2 sedangkan pada naungan kategori 1

ditemukan semai mengalami kematian pada minggu ke 20 (bulan Desember). Pada naungan kategori 1, semai hanya ternaungi optimal sampai bulan Agustus, sedangkan setelahnya pohon naungan dan semak di sekitar semai mengering sehingga semai memperoleh cahaya matahari secara langsung. Begitu pula pada naungan kategori 2, pada awal penelitian semai masih ternaungi dengan adanya pohon dan semak namun di bulan September pohon dan semak naungan mulai menggugurkan daun dan mengering sehingga semai memperoleh penyinaran matahari langsung lebih dari 6 jam setiap hari. Naungan memberikan iklim mikro yang baik dalam mendukung kesintasan semai kabesak.

Tabel 1. Persen hidup semai kabesak pada setiap kategori dan perlakuan

Table 1. Seedlings survival of kabesak seedling in each category and treatment

Kategori (category)	Jumlah semai (Number of seedlings)	Jumlah semai mati (Number of dead seedlings)	Semai hidup (Live seedlings)	
			Jumlah (Amount)	Persen (Percent)
Pengaruh naungan (Effect of shade)				
Kategori 1 (category 1)	50	5	45	90,0%
Kategori 2 (category 2)	31	6	25	80,6%
Kategori 3 (category 3)	40	0	40	100,0%
Total (Overall)	121	11	110	90,9%
Perlakuan pemagaran (Fencing treatment)				
Tidak dipagari (not fenced off)	87	11	76	87,4%
Dipagari (fenced off)	34	0	34	100,0%
Total (Overall)	121	11	110	90,9%
Pengaruh tinggi semai (Effect of seedling height)				
5 -14.99 cm	76	11	65	85,5%
15-24.99	35	0	35	100,0%
> 25 cm	10	0	10	100,0%
Total (Overall)	121	11	110	90,9%

Tabel 2. Hasil uji Log Rank (Mantel-Cox) terhadap setiap kategori

Table 2. Log Rank (Mantel-Cox) test for each category

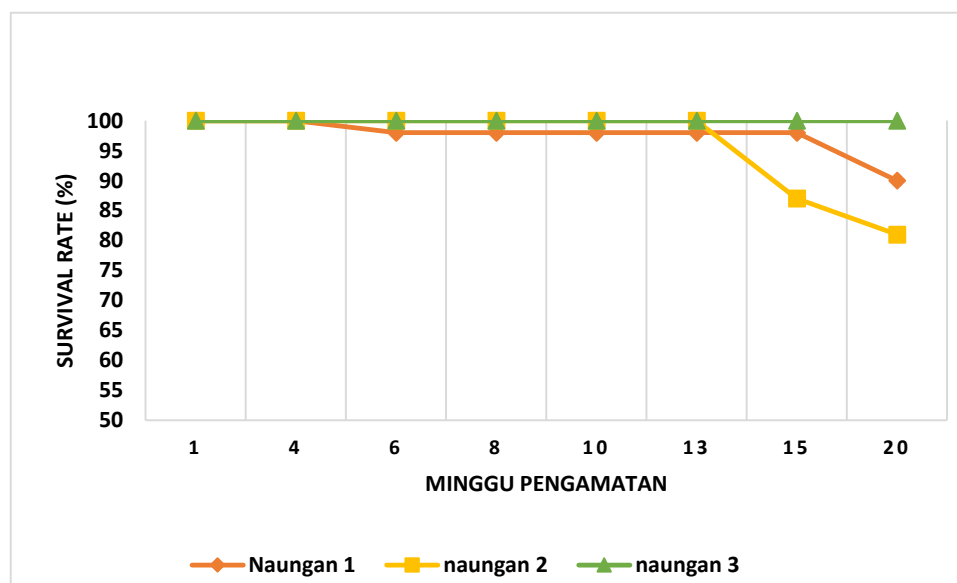
Kategori (Category)	Chi-Square	df	Sig.
Naungan (Shade)	11,054	2	0,004
Dipagari atau tidak (Fenced off or not)	4,612	1	0,032
Tinggi semai (Height of seedling)	7,206	2	0,030

Dengan adanya naungan semai kabesak lebih tahan terhadap kekeringan dan suhu tinggi di saat musim kemarau. Kematian semai pada 2 kategori naungan ini diduga disebabkan oleh kekeringan dan suhu tinggi. Jika dilihat dari waktu pertama semai mengalami kematian, justru semai pada kategori 2 mengalami kematian lebih cepat (pada minggu ke-15) dibandingkan kategori 1 (minggu ke-20), hal ini diduga disebabkan faktor internal masing-masing semai. Faktor-faktor tersebut antara lain tinggi semai, diameter batang semai, dan bentuk perakaran yang dapat mendukung semai bertahan pada cekaman lingkungan pada kondisi tertentu (Takoutsing *et al.*, 2013; Tsakaldimi *et al.*, 2013).

Kabesak tergolong dalam spesies tidak toleran naungan (Hendrik *et al.*, 2019) sehingga membutuhkan cahaya matahari untuk bertumbuh dengan baik. Pada kondisi semi naungan di hutan tropis gugur daun memungkinkan penetrasi cahaya matahari yang cukup untuk pertumbuhan semai

kabesak. Pada musim kemarau yang ekstrem, adanya naungan justru mengurangi efek cekaman kekeringan (Brenes-Arguedas *et al.*, 2011; Gaviria *et al.*, 2017). Holmgren *et al.*, (2012) menilai bahwa peneduh dapat mengurangi efek kekeringan dengan cara mengurangi evapotranspirasi.

Kekeringan merupakan salah satu gangguan yang signifikan bagi ekosistem yang ada di Pulau Timor dengan iklim semi aridnya. Kondisi suhu yang tinggi dan jumlah curah hujan yang sangat rendah bahkan tanpa hujan sama sekali mengakibatkan sebagian besar tanaman menggugurkan daun selama periode waktu tanpa hujan tersebut. Pada 2 kondisi naungan yang terbuka sejak bulan Agustus dan September ditemukan bahwa kondisi lingkungan demikian memicu untuk terjadinya kematian semai kabesak. Kekeringan ekstrem dengan suhu yang tinggi dan gelombang panas dapat berpengaruh terhadap ekosistem hutan, kekeringan dengan frekuensi, jangka waktu, dan intensitas yang meningkat dapat mengakibatkan kematian bagi tumbuhan terutama pada fase semai (Allen *et al.*, 2010). Adams *et al.* (2009) mengungkapkan suhu yang hangat dapat mengakselerasi kematian tumbuhan yang diinduksi kekeringan. Penelitian sebelumnya mengungkapkan pada kondisi cekaman kekeringan dengan intensitas dan jangka waktu yang lama akan mengurangi konsentrasi *non-structural carbohydrate*



Gambar 3. Persen hidup kumulatif semai kabesak pada setiap kategori naungan
Figure 3. The cumulative survival of kabesak seedlings in each shade category

(NSC) (Hartmann *et al.*, 2013; Palacio *et al.*, 2013). Konsentrasi NSC meningkat setelah 10 hari cekaman kekeringan namun menurun drastis setelah 30 hari (Yang *et al.*, 2019). NSC pada semai membantu mengatur metabolismenya dan untuk bertahan hidup atau lebih resisten dalam kondisi cekaman pada jangka waktu tertentu. Penurunan NSC setelah cekaman kekeringan panjang dapat mengakibatkan terganggunya proses metabolisme dalam tumbuhan.

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa kelompok yang dipagari tidak ada yang mengalami kematian, sedangkan kelompok yang tidak dipagari sebanyak 11 semai mengalami kematian. Hasil uji Log Rank (Mantel-Cox) pada Tabel 2 memperlihatkan perlakuan pemagaran (dipagari dan tidak dipagari) berpengaruh terhadap kesintasan semai kabesak (nilai signifikan 0,032 lebih kecil dari 0,05). Tujuan dari semai dipagari adalah memberikan perlindungan dari herbivor seperti sapi, kambing, rusa, dan herbivor lainnya, namun dalam penelitian ini ditemukan bahwa 11 semai yang mati diakibatkan kekeringan bukan dimakan herbivor. Dalam penelitian ini hanya 1 semai kabesak yang dimakan oleh herbivor, semai tersebut tidak mati meski batangnya hanya tinggal setengah. Pada pengamatan berikutnya semai tersebut ditemukan telah bertunas kembali.

Dalam penelitian ini efek dari herbivor seperti sapi, kambing, dan rusa tidak ditemukan, diduga karena penelitian dilakukan pada musim kemarau yang mana jumlah daun semai sedikit sehingga tidak menarik minat herbivor. Efek herbivor kemungkinan akan terlihat pada saat tumbuhan bawah termasuk semai kabesak terlihat hijau dan segar pada musim hujan atau awal musim kemarau. Hal ini didasarkan pada penemuan semai kabesak yang tumbuh terlindungi dalam semak yang sulit dijangkau oleh hewan seperti sapi, dibandingkan dengan semai yang tumbuh di tempat terbuka. Montes-Hernandez dan Lopez-Barrera (2013) dan Dyderski dan Jagodziński (2019) juga menemukan bahwa semai yang tumbuh terisolasi dalam semak dan pohon lebih tinggi kesintasanya dibandingkan tempat terbuka, ini karena semak dan pohon dapat memberikan perlindungan dari herbivor yang dapat memakan semai. Semai kabesak dengan

umur lebih 1 tahun yang dimakan herbivor seperti sapi tidak menyebabkan kematian, semai tersebut masih dapat bertunas kembali meski setengah batang dan seluruh daun sudah tidak ada. Pada semai umur 1 tahun atau kurang, efeknya akan lebih mematikan karena hasil fotosintesis yang tersimpan dalam biomassa akar dan yang ada pada batang yang tersisa masih rendah sehingga jika tumbuhan mengalami cekaman kekeringan akan lebih rentan. Meskipun tidak mengakibatkan kematian namun kehadiran herbivora yang memakan semai kabesak akan memperlambat semai tumbuh kembali (Leonardsson *et al.*, 2015; Laurent *et al.*, 2017).

Semai kabesak berdasarkan 3 kategori tinggi pada Tabel 1, memperlihatkan bahwa semai yang mengalami kematian merupakan semai yang tingginya berkisar dari 5 cm – 14,99 cm, sedangkan kategori 15 cm – 24,99 cm dan > 25,00 cm tidak ada semai yang mati. Hasil uji Log Rank (Mantel-Cox) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kategori tinggi batang berpengaruh terhadap kesintasan semai. Semakin tinggi semai kabesak maka lebih tinggi kesintasan dari semai tersebut (nilai signifikan 0,030 lebih kecil dari 0,05).

Semai dengan tinggi 5-14,99 cm yang mengalami kematian merupakan semai tahun pertama dengan diameter batang yang kecil. Tinggi dan diameter batang semai diketahui berpengaruh terhadap kesintasan semai sehingga dapat digunakan untuk tujuan seleksi semai di persemaian untuk ditanam di lapangan (Budiman *et al.*, 2015; Tsakalimi *et al.*, 2013; Damayanti & Sudrajat, 2019). Semai yang tinggi umumnya mempunyai perakaran yang lebih panjang pula. Telah diukur sebanyak 10 semai untuk membandingkan panjang akar dan batang, diperoleh rata-rata rasio akar : batang yaitu 2,60:1. Perakaran yang rasionya lebih besar dibanding tinggi mengindikasikan kemampuan penyerapan dan penyimpanan air yang baik, yang merupakan keuntungan untuk menghadapi cekaman rendahnya air tanah atau kekeringan (Takoutsing *et al.*, 2013).

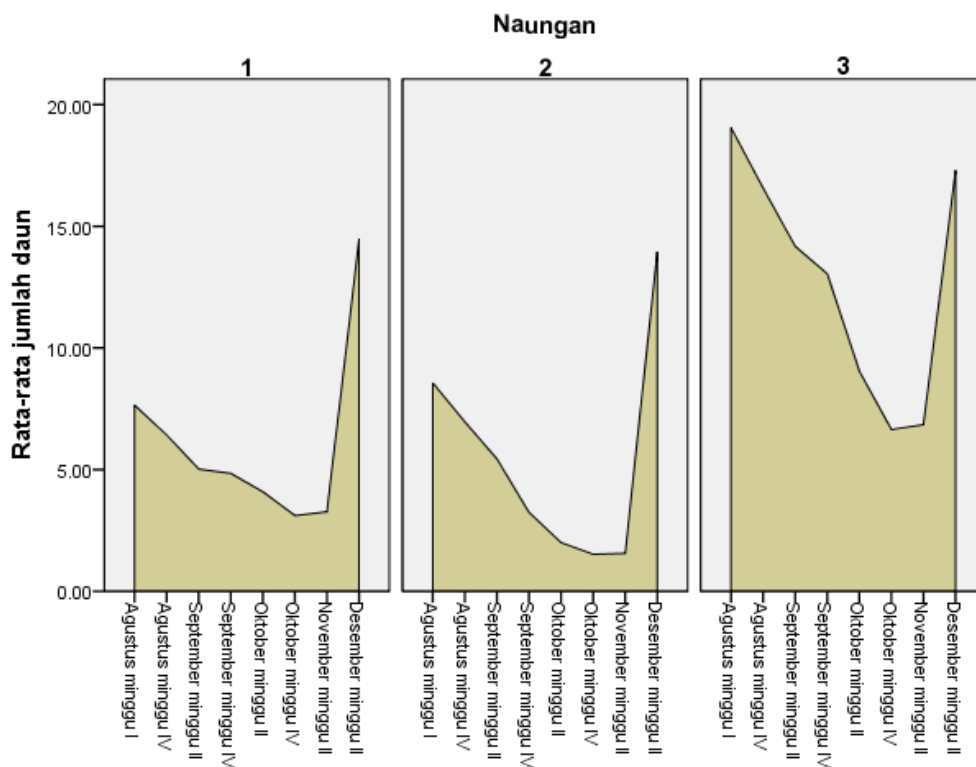
Salah satu penyebab kematian semai selain faktor-faktor di atas yaitu kebakaran. Selama penelitian, hutan tidak mengalami kebakaran sehingga tidak diperoleh data langsung efek kebakaran terhadap semai. Hutan lokasi penelitian menurut masyarakat

setempat, pernah mengalami kebakaran besar pada tahun 2019. Pada bulan Agustus-Oktober di hutan lokasi penelitian umumnya tumbuhan bawah telah mengering dan juga serasah daun telah menumpuk sehingga tersedia bahan bakar. Ini mengakibatkan mudah terjadi kebakaran besar jika ada sumber api. Pada areal pengamatan masih ditemukan bagian hutan yang memperlihatkan bekas-bekas terjadi kebakaran. Pada bagian hutan yang mengalami kebakaran tersebut tidak ditemukan semai kabesak di atas 1 tahun, ini menandakan kebakaran tahun 2019 tersebut membuat hampir semua semai mengalami kematian. Diduga semai kabesak yang telah mengalami cekaman kekeringan mulai mengering dan hampir mati, kemudian ketika terjadi kebakaran semai ikut terbakar atau mati mengering. Oleh karena itu, kebakaran diduga merupakan salah satu penyebab terjadinya kematian semai kabesak. Efek cekaman kekeringan berkontribusi terhadap keparahan kebakaran liar (efeknya terhadap vegetasi dan tanah) dan luas area terbakar (Stavros *et al.*, 2014; Littell *et al.*, 2016; Reilly *et al.*, 2017). Kondisi panas dan kering setelah terjadinya kebakaran dapat mengakibatkan

kegagalan regenerasi tumbuhan, khususnya pada fase semai (Dodson & Root 2013; Tepley *et al.*, 2017). Oleh karena itu, kebakaran pada hutan tropis gugur daun perlu diantisipasi untuk menjaga kelestarian tumbuhan asli seperti kabesak. Interval pendek terjadinya kebakaran kembali, akan mempengaruhi regenerasi tumbuhan asli yang tidak memiliki sifat tahan terhadap kebakaran dan diganti dengan yang lebih tahan terhadap kebakaran (Chmura *et al.*, 2011; Crausbay *et al.*, 2017).

C. Pertumbuhan semai kabesak selama bulan Agustus sampai Desember

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa semai kabesak pada kategori naungan 2 (mengalami kondisi tanpa naungan sejak bulan September) memiliki rata-rata jumlah daun lebih rendah dibandingkan kategori lainnya. Dilihat dari waktu pengamatan sejak Agustus sampai November semai kabesak mengalami pengurangan jumlah daun pada setiap kategori naungan. Rata-rata jumlah daun terendah pada pengamatan di minggu kedua bulan November. Hal ini menandakan pada bulan September sampai November suhu di lokasi pengamatan cenderung



Gambar 4. Rata -rata jumlah daun pada 3 kategori naungan selama delapan kali pengamatan
Figure 4. Average number of leaves in 3 shade categories during eight times observation

meningkat (rata-rata suhu berurutan 34,04° C, 34,28° C, dan 34,71° C), disertai kekeringan sehingga mengakibatkan daun semai kabesak digugurkan dan daun yang tersisa pun tampak menguning.

Semai kabesak yang menggugurkan daun, batangnya terlihat mulai mengering dan kemudian mati. Sebagian besar semai yang batangnya mengering dari ujung sampai tengah batang sedangkan akar masih belum mengering dapat bertahan hidup. Tunas baru akan tumbuh setelah datangnya hujan dari batang yang belum mengering tersebut. Batang utama yang mengering kemudian patah sehingga tinggi semai tersebut mengalami penurunan. Kekeringan diketahui berpengaruh terhadap tinggi, jumlah cabang, luas daun, dan jumlah daun tanaman *Sophora davidii* (Li *et al.*, 2009). Kekeringan dalam hal ini mengurangi vigoritas tanaman dan kemampuan kompetitifnya, namun perlu diketahui bahwa pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi kekeringan berbeda antar spesies (Clark *et al.*, 2016).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kekeringan di musim kemarau telah mengakibatkan kematian semai kabesak. Faktor naungan dapat mengurangi efek kekeringan sehingga meningkatkan kesintasan semai di habitat alami hutan tropis gugur daun. Tinggi semai saat musim kemarau mempengaruhi kesintasan semai kabesak, yang mana semai dengan tinggi 15 cm atau lebih tidak ada yang mengalami kematian. Herbivora dalam penelitian ini bukan penyebab utama kematian semai. Kebakaran dapat memperparah pengaruh kekeringan dan mengakibatkan kematian semai kabesak dalam jumlah besar.

B. Saran

Penelitian dalam waktu yang lebih panjang (*time series*) sangat diperlukan untuk memperoleh informasi kesintasan kabesak dalam setiap musim dan kematian semai yang berusia di atas 1 tahun. Untuk memastikan semai kabesak dapat terus bertumbuh dalam habitat alaminya maka semai kabesak di bawah 15 cm yang hidup tanpa naungan perlu pemeliharaan agar terhindar dari efek kekeringan yang dapat mengakibatkan

kematian semai. Semai kabesak yang ternaung perlu dihindarkan dari herbivor dan kebakaran karena dapat meningkatkan kematian.

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 Pemerintah Daerah Kabupaten Timor Tengah Selatan yang mengizinkan peneliti melakukan penelitian di Kawasan Hutan Oesublele.

KONTRIBUSI PENULIS

ACH: kontributor utama, konseptualisasi penelitian dan penulisan, koordinator penelitian, analisis hasil, interpretasi hasil, penulisan naskah; NIB: kontributor anggota, pelaksana penelitian, interpretasi hasil, penulisan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki hubungan keuangan atau pribadi yang mungkin secara tidak wajar mempengaruhi dalam menulis artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., ... Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660–684.
- Adams, H.D., Guardiola-Claramonte, M., Barron-Gafford, G.A., Villegas, J.C., Breshears, D.D., Zou, C.B., Troch, P.A., & Huxman, T.E. (2009). Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global change-type drought. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106, 7063–7066.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2020). Data Online BMKG. Diunduh tanggal 11 Januari 2021 dari <https://dataonline.bmkg.go.id>
- Brenes-Arguedas, T., Roddy, A., Coley, P. & Kursar, T. A. (2011). Do differences in understory light contribute to species distributions along a tropical rainfall gradient? *Oecologia*, 166, 443–456.

- Budiman, B., Sudrajat, D.J., Lee, D.K., & Kim, Y.S. (2015) Effect of initial morphology on field performance in white jabon seedlings at Bogor, Indonesia. *Forest Science and Technology*, 11(4), 206-211.
- 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.
- Chai, Z., Fan, D., & Wang, D. (2016). Environmental factors and underlying mechanisms of tree community assemblages of pine-oak mixed forests in the Qinling Mountains, China. *Journal of Plant Biology*. 59, 347-357.
- Chmura, D.J., Anderson, P.D., Howe, G.T., Harrington, C.A., Halofsky, J.E., Peterson, D.L., Shaw, D.C. & Clair, B.St. (2011). Forest responses to climate change in the northwestern United States: ecophysiological foundations for adaptive management. *Forest Ecology and Management* 261, 1121-1142.
- Clark, J.S., Iverson, L., Woodall, C.W., Allen, C.D., Bell, D.M., Bragg, D.C., D'Amato, A.W., Davis, F.W., Hersh, M.H., Ibanez, I., Jackson, S.T., Matthews, S., Pederson, N., Peters, M., Schwartz, M.W., Waring, K.M., & Zimmermann, N.E. (2016). The impacts of increasing drought on forest dynamics, structure, and biodiversity in the United States. *Global Change Biology*, 22(7), 2329-2352.
- Correia, A.H., Almeida, M.H., Branco, M., Tome, M., Cordero Montoya, R., Di Lucchio, L., Cantero, A., Diez, J.J., Prieto-Recio, C., Bravo, F., Gartzia, N., Arias, A., Jinks, R., Paillasa, E., Pastuszka, P., Rozados Lorenzo, M.J., Silva Pando, F.J., Traver, M.C., Zabalza, S., Nobrega, C., Ferreira, M., Orazio, C., (2018). Early survival and growth plasticity of 33 species planted in 38 Arboreta across the European Atlantic area. *Forests*, 9(10), 630.
- Crausbay, S.D., Higuera, P.E., Sprugel, D.G., & Brubaker, L.B. (2017). Fire catalyzed rapid ecological change in lowland coniferous forests of the Pacific Northwest over the past 14,000 years. *Ecology*. 98(9), 2356-2369.
- 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.
- Dodson, E.K., & Root, H.T. (2013). Conifer regeneration following stand-replacing wildfire varies along an elevation gradient in a ponderosa pine forest, Oregon, USA. *Forest Ecology and Management* 302, 163-170.
- Donath, T.W., & Eckstein, R.L. (2010). Effects of bryophytes and grass litter on seedling emergence vary by vertical seed position and seed size. *Plant Ecology*, 207, 257- 268.
- Dyderski, M.K., & Jagodziński, A.M. (2019). Seedling survival of *Prunus serotina* Ehrh., *Quercus rubra* L. and *Robinia pseudoacacia* L. in temperate forests of Western Poland. *Forest Ecology and Management*, 450, 1-10.
- Gailing, O. (2013). Differences in growth, survival and phenology in *Quercus rubra* and *Q. ellipsoidalis* seedlings. *Dendrobiology*, 70, 73-81.
- Gaviria, J., Turner, B. L. & Engelbrecht, B. M. (2017). Drivers of tree species distribution across a tropical rainfall gradient. *Ecosphere* 8(2), e01712.
- Han, A.R., Kim, H.J., Jung, J.B., & Park, P.S. (2018). Seed germination and initial seedling survival of the subalpine tree species, *Picea jezoensis*, on different forest floor substrates under elevated temperature. *Forest Ecology and Management* 429, 579-588.
- Hartmann, H., Ziegler, W., & Trumbore, S. (2013) Lethal drought leads to reduction in nonstructural carbohydrates in Norway spruce tree roots but not in the canopy. *Functional Ecology*, 27(2), 413-427.
- 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.
- Holmgren, M., Gómez-Aparicio, L., José Luis Quero, J.L., & Valladares, F. (2012). Non-linear effects of drought under shade: Reconciling physiological and ecological models in plant communities. *Oecologia* 169, 293-305.
- 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.
- Kleinbaum, D.G., & Klein, M. (2005). Survival Analysis: A Self-Learning Text (2nd ed). New York: Springer.
- Laurent, L., Mårell, A., Balandier, P., Holveck, H., & Saïd, S. (2017). Understory vegetation dynamics and tree regeneration as affected by deer herbivory in temperate hardwood forests. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 10(5), 837-844.
- Leonardsson, J., Lof, M., & Gotmark, F. (2015). Exclosures can favour natural regeneration of oak after conservation-oriented thinning in

- mixed forests in Sweden: a 10-year study. *Forest Ecology and Management*, 354, 1-9.
- Li, F.L., Bao, W.K., & Wu, N. (2009). Effects of water stress on growth, dry matter allocation and water-use efficiency of a leguminous species, *Sophora davidii*. *Agroforestry System*, 77, 193-201.
- Littell, J.S., Peterson, D.L., Riley, K.L., Liu, Y., & Luce, C.H. (2016). A review of the relationships between drought and forest fire in the United States. *Global Change Biology*, 22(7), 2353-2369.
- 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.
- Palacio, S., Hoch, G., Sala, A., Körner, C., & Millard, P. (2013). Does carbon storage limit tree growth? *New Phytologist*, 201(4), 1096-1100.
- Pamungkas, D., Eiichiro, N., Ohta, S., Kurniawan, H., Puspriyatun, R.Y., Prasetyo, N.A & Umroni, A. (2015). Daya adaptasi spesies rehabilitasi terhadap kebakaran di Kabupaten Kupang. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Savanna Nusa Tenggara. Kupang 24 November 2015. 234-245.
- Pardos, M., Climent, J., Almeida, H., Calama, R. (2014). The role of developmental stage in frost tolerance of *Pinus pinea* L. seedlings and saplings. *Annals of Forest Science*, 71, 551-562.
- Reilly, M.J., Dunn, C.J., Meigs, G.W., Spies, T.A., Kennedy, R.E., Bailey, J.D., & Briggs, K. (2017). Contemporary patterns of fire extent and severity in forests of the Pacific Northwest, USA (1985-2010). *Ecosphere*, 8(3), e01695.
- Stavros, E.N., Abatzoglou, J., Larkin, N.K., McKenzie, D., & Steel, E.A. (2014). Climate and very large wildland fires in the contiguous western USA. *International Journal of Wildland Fire*, 23(7), 899-914.
- Syamsuwida, D., Bustomi, S., Putri, K.P., & Yunita, M. (2014). Pendugaan produksi benih pilang (*Acacia Leucophloea* (Roxb.) Wild) di Taman Nasional Bali Barat (TNBB) dan Soe-Kupang. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur II "Pembaruan Silvikultur untuk Mendukung Pemulihan Fungsi Hutan menuju Ekonomi Hijau"*. Yogyakarta, 28-29 Agustus 2014. hal. 422-428.
- Takoutsing B, Tchoundjeu Z, Degrande A, Asaah E, Gyau A, Nkeumoe F, & Tsobeng A. (2013). Assessing the quality of seedlings in small-scale nurseries in the Highlands of Cameroon: The use of growth characteristics and quality thresholds as indicators. *Small-Scale Forestry*, 13, 65-77.
- Tepley, A.J., Thompson, J.R., Epstein, H.E., & Anderson-Teixeira, K.L. (2017). Vulnerability to forest loss through altered postfire recovery dynamics in a warming climate in the Klamath Mountains. *Global Change Biology*, 23(10), 4117-4132.
- Tsakalimi, M., Ganatsas, P., & Jacobs, D.F. (2013). Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, 44, 327-339.
- Vergara-Tabares, D.L., Badini, J., & Peluc, S.I., (2016). Fruiting phenology as a "triggering attribute" of invasion process: Do invasive species take advantage of seed dispersal service provided by native birds? *Biological Invasions*. 18, 677-687.
- Wang, Q., Zhao, C., Gao, C., Xie, H., Qiao, Y., Gao, Y., Yuan, L., Wanga, W., Ge, L., & Zhang, G. (2017). Effects of environmental variables on seedling-sapling distribution of Qinghai spruce (*Picea crassifolia*) along altitudinal gradients. *Forest Ecology and Management*, 384, 54-64.
- Yang, B., Peng, C., Zhu, Q., Zhou, X., Liu, W., Duan, M., Wang, H., Liu, Z., Guo, X., & Wang, M. (2019). The effects of persistent drought and waterlogging on the dynamics of nonstructural carbohydrates of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings in Northwest China. *Forest Ecosystems*, 6(23), 1-17.