

# Pendugaan pelepasan senyawa alelopati pada proses dekomposisi serasah daun tumbuhan invasif: *Calliandra calothyrsus* dan *Cinchona pubescens*

## Presumption of allelopathic compound(s) released in the leaf litter decomposition process of invasive plants: *Calliandra calothyrsus* and *Cinchona pubescens*

ZAENAL MUTAQIEN

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Kebun Raya Cibodas, Sindanglaya PO Box 19 SDL Sindanglaya, Cipanas, Cianjur 43253, Jawa Barat, Indonesia. Tel.: +62-263-520448, 511383, Fax.: +62-263-512233, email: zaenal.mutaqien@lipi.go.id, enal@musician.org

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 14 September 2017.

**Abstrak.** Mutaqien Z. 2017. Pendugaan pelepasan senyawa alelopati pada proses dekomposisi serasah daun tumbuhan invasif: *Calliandra calothyrsus* dan *Cinchona pubescens*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 334-338. Jenis asing invasif adalah salah satu faktor utama penyebab perubahan dramatis pada berbagai sistem ekologi di seluruh dunia dan disinyalir sebagai salah satu penyebab utama kepunahan jenis asli. Namun masih diperlukan banyak pekerjaan untuk memahami bagaimana mekanisme, termasuk peran alelopati pada berbagai jenis tumbuhan invasif. *Cinchona pubescens* Vahl. dan *Calliandra calothyrsus* Meissn. diketahui sebagai jenis invasif di beberapa tempat, bahkan *C. pubescens* termasuk salah satu dari 100 organisme paling invasif di dunia. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan dari dugaan adanya mekanisme alelopati yang berasal dari proses dekomposisi daun dari dua jenis tumbuhan invasif tersebut. Percobaan perkecambahan *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek dengan Rancangan Acak Lengkap dengan dua perlakuan berupa pemberian cairan rendaman daun *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* dengan masa rendaman 7-180 hari dengan masing-masing tiga kali ulangan dilakukan untuk merepresentasikan proses penyebaran alelopati melalui proses dekomposisi yang mungkin terjadi di alam. Panjang akar dan batang kecambah diukur dan diproses menggunakan Anova dan uji lanjutan Ducan. Air rendaman daun *C. calothyrsus* tidak berpengaruh nyata pada perkecambahan *V. radiata*. Air rendaman *C. pubescens* berpengaruh nyata terhadap perkecambahan. Diduga kuat terdapat senyawa alelopatik yang dilepaskan pada proses dekomposisi daun *C. pubescens*. Semakin lama proses dekomposisi, semakin berkurang dampaknya terhadap perkecambahan.

**Kata kunci:** Alelopati, *Calliandra calothyrsus*, *Cinchona pubescens*, dekomposisi, invasif

**Abstract.** Mutaqien Z. 2017. Presumption of allelopathic compound(s) released in the leaf litter decomposition process of invasive plants: *Calliandra calothyrsus* and *Cinchona pubescens*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 334-338. Invasive alien species is one of the main cause of ecological systems dramatically changes and also native species extinction worldwide. However, more studies are needed to discover its mechanism, including role of allelopathy compound in invasive plants competition. *Cinchona pubescens* Vahl. and *Calliandra calothyrsus* Meissn. are recorded as invasive species in some regions. Moreover, *C. pubescens* is stated as one of 100 of the world's worst invasive alien species by IUCN. This study aimed to confirm indication of the existence of allelopathic mechanism in invasion process of these two invasive alien species by releasing allelopathic compound(s) from its leaves fall over decomposition process. To clarify this hypothesis, a preliminary study had been conducted by testing the effect of the compounds released from decomposition process over the times (7-180 days) to germination of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek in the laboratory. Completely Randomize Design was used by applying liquid produced by decomposition process of these two invasive species and control (three repetitions) to test its effects. Radicles and hypocotyls length were measured, compared and Anova analyzed by using R-statistic 3.1.3. Germination of *V. radiata* only significantly inhibited by compound(s) released by decomposition processes of *C. callisaya*'s leaves. Its inhibition effect was reduced over the times

**Keywords:** Allelopathy, *Calliandra calothyrsus*, *Cinchona pubescens*, invasive alien species, decomposition

### PENDAHULUAN

Ekologi invasi merupakan bidang kajian yang relatif baru. Perhatian pada topik ini baru dimulai sejak sekitar enam puluh tahun ke belakang. Satu dasawarsa terakhir para ilmuwan masih mendiskusikan konsep dan definisinya, dan hingga saat ini masih diwarnai berbagai

kontroversi. Jumlah artikel mengenai berbagai aspek dari topik ini meningkat secara dramatis sejak lima belas tahun belakangan (Richardson et al. 2000; Richardson dan Pysek 2008).

*Calliandra calothyrsus* Meissn. dan *Cinchona pubescens* Vahl. tercatat sebagai jenis tumbuhan invasif di beberapa region. Meskipun *C. calothyrsus* tidak tercatat

sebagai jenis tumbuhan invasif dalam *Global Invasive Species Database* (IUCN 2017), namun jenis pohon yang diintroduksi secara luas di sistem agroforestri di kawasan tropis dan subtropis ini dinyatakan sebagai jenis invasif dalam *Invasive Species Compendium* (CABI 2017), karena jenis ini tercatat telah menjadi invasif di kawasan Karibia, Hawaii, Uganda, Republik Dominika dan Indonesia (Kairo et al. 2003; Orwa et al. 2009; Setyawati et al. 2015). *C. pubescens* atau kina merah merupakan jenis tumbuhan yang diintroduksi secara luas di kawasan tropis khususnya di perkebunan kina. Namun kini jenis ini tidak hanya diketahui sebagai jenis tumbuhan invasif, namun termasuk ke dalam daftar *100 the world's worst invasive alien species*-IUCN (Lowe et al 2004; Global Invasive Species Database 2017). Jenis ini diketahui telah menginvasi kawasan Hawaii, Galapagos, terutama di dataran tinggi kawasan Pasifik, namun demikian ternyata di habitat aslinya di Ekuador, jenis ini kini telah langka (Richardson 1998; Buddenhagen et al. 2004; Jager 2015).

Alelopati atau pelepasan fitotoksin oleh tanaman telah ditawarkan menjadi alternatif teori atas salah satu faktor keberhasilan beberapa jenis tumbuhan invasif dalam berkompetisi di habitat barunya (Callaway and Aschehough 2000; Zeng et al. 2008). Beberapa jenis tumbuhan invasif yang diketahui melepaskan zat fitotoksin dan berpengaruh negatif terhadap jenis tumbuhan asli di antaranya adalah; *Centaurea maculosa* yang melepaskan zat fitotoksin (-) catechin dari akarnya yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkecambahan jenis asli (Bais et al. 2003), ekstrak daun *Spartina alternifolia* yang memiliki efek menghambat perkecambahan yang sangat signifikan terhadap biji lobak (Duan et al. 2015) dan daun *Clidemia hirta* pada konsentrasi diatas 60% yang menghambat perkecambahan dan pertumbuhan *Impatiens plathyetala* (Ismaini 2015).

Beberapa studi mengenai pengaruh senyawa fitotoksin dari *C. calothyrsus* menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Diketahui bahwa senyawa fenolik yang dihasilkan dari pupuk hijau yang berasal dari jenis kacang-kacangan (Leguminosae) bersifat alelopatik (Ohno 2001). Pupuk hijau *C. calothyrsus* juga dilaporkan dapat dengan efektif mengurangi gangguan dari gulma *Striga* spp. di perkebunan jagung hampir 70% hingga empat bulan aplikasi (Thijssen 1995). Hal ini diduga karena adanya senyawa alelopati yang dilepaskan *C. calothyrsus* (Singh et al. 2006). Temuan sebaliknya didapat pada investigasi potensi alelopati dari daun kering *C. calothyrsus* terhadap germinasi jagung. Ternyata pemberian ekstrak daun kering *C. calothyrsus* sebanyak 1-10% menyebabkan pertumbuhan akar dan batang kecambah meningkat signifikan dibandingkan kontrol (Karinge 1991).

Perbedaan hasil-hasil kajian serupa juga terjadi pada tanaman genus *Cinchona*. Seperti halnya berbagai penelitian di laboratorium yang menunjukkan bahwa senyawa alkaloid yang diekstrak dari *Cinchona* dapat menghambat perkecambahan, penelitian terkini menunjukkan bahwa ekstrak kering daun *Cinchona* sp. memberikan efek penghambatan yang kuat terhadap pertumbuhan kecambah *Lettuca sativa* (Shinwari et al. 2017). Namun demikian di lapangan *Cinchona* diyakini tidak menyebarkan senyawa alelopati berdasarkan hasil

investigasi pada senyawa alkaloid yang dihasilkan akar *C. ledgeriana* berusia 2 tahun, yang mana konsentrasinya di tanah sangat rendah dan tidak berpengaruh pada jenis tumbuhan lainnya (Aerts et al. 1991; Nair 2010). Hasil investigasi tersebut diyakini dan digeneralisasi pada semua jenis *Cinchona*, termasuk *C. pubescens* yang bersifat invasif.

Ada tidaknya mekanisme alelopati pada tumbuhan invasif *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* perlu dikaji lebih mendalam. Hasil observasi langsung penulis di beberapa tempat di lapangan menunjukkan bahwa di bawah tegakan *C. calothyrsus* masih ditemukan berbagai jenis herba tahan naungan yang dapat tumbuh dengan baik. Berbeda halnya dengan tegakan *C. pubescens*, hampir tidak ditemukan adanya herba dan anakan pohon yang hidup di antara serasahnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan dugaan adanya pelepasan senyawa alelopatik selama proses dekomposisi serasah.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan bahan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi Kebun Raya Cibodas, LIPI, Cianjur, Jawa Barat. Bahan yang digunakan terutama adalah daun *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* tua yang telah luruh, kertas tisu, air, dan kacang hijau (*V. radiata*). Alat yang digunakan berupa timbangan digital, botol selai, gelas ukur, pipet, dan penggaris.

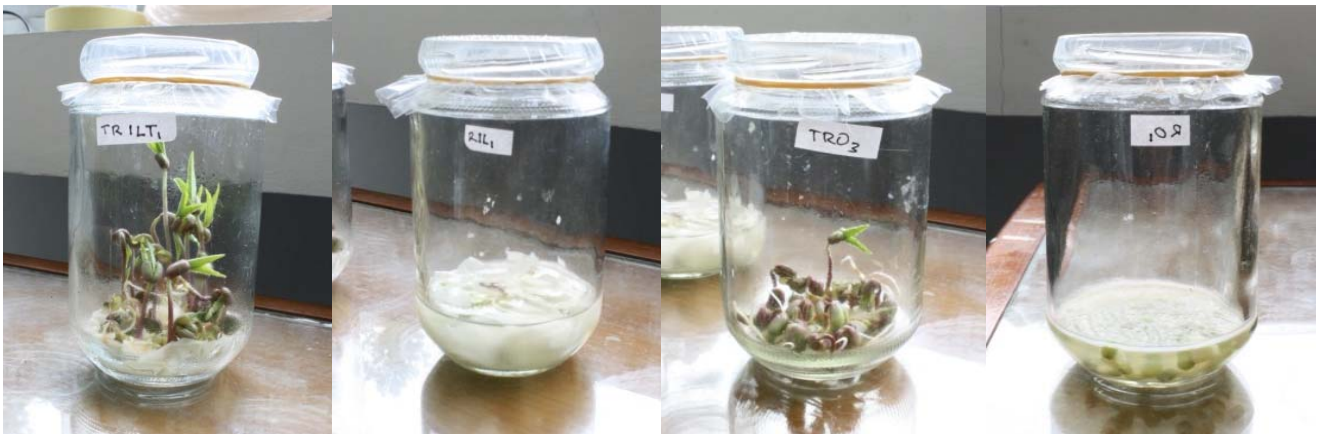
### Studi pendahuluan

Sebelum dilakukan percobaan, dilakukan studi perkecambahan pendahuluan, untuk mendapatkan kondisi terbaik untuk melakukan perkecambahan di dalam botol selai. Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan melakukan perkecambahan pada botol selai dengan empat kondisi yang berbeda, yaitu: (i) Biji kacang hijau dikecambahkan tidak tenggelam menggunakan 10 mL air dengan media kertas tisu. (ii) Biji kacang hijau dikecambahkan tenggelam dengan menggunakan 20 mL air dengan media kertas tisu. (iii) Biji kacang hijau dikecambahkan tidak tenggelam dengan menggunakan 5 mL air tanpa media. (iv) Biji kacang hijau dikecambahkan tenggelam dengan menggunakan 20 mL air tanpa media.

Dari hasil pengamatan, ternyata kondisi perkecambahan terbaik adalah sesuai dengan perlakuan pertama (Gambar 1). Sehingga untuk percobaan selanjutnya dilakukan sesuai dengan kondisi tersebut.

### Prosedur percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan asumsi kondisi dekomposisi serasah daun yang terjadi di lapangan pada saat musim hujan. Untuk didapatkan ekstrak senyawa yang dilepaskan pada saat proses dekomposisi dan diduga memberikan efek alelopati, dilakukan perendaman 12,5 gram daun kering *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* dengan menggunakan 250 mL air. Metode yang hampir sama dilakukan oleh Karinge (1991) dan Duan et al. (2015).



**Gambar 1.** Studi pendahuluan untuk mendapatkan kondisi perkecambahan terbaik, sesuai urutan perlakuan

Tiga jenis perlakuan pada perkecambahan kacang hijau dilakukan, yaitu: aplikasi cairan hasil dekomposisi daun *C. pubescens*, dekomposisi daun *C. calothyrsus*, dan kontrol berupa air. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dengan penempatan botol dilakukan secara acak dengan menggunakan angka acak. Setiap perlakuan dilakukan dengan menggunakan 25 butir kacang hijau yang telah teruji kesintasannya dengan melakukan perendaman selama 5 menit. Setelah dilakukan perlakuan selama 1 minggu, kecambah kacang hijau diukur panjang batang dan akarnya. Pengamatan dilakukan pada waktu proses dekomposisi berjalan selama 7, 30 dan 180 hari.

#### Analisis data

Hasil pengukuran panjang akar dan batang kecambah kacang hijau dikelompokkan berdasarkan perlakuannya lalu diuji Anova dengan menggunakan SPSS Statistik 16 dilakukan untuk mengetahui perbedaan nyata dari perlakuan. *Cluster analyses* dilakukan untuk mengetahui pengelompokan hasil pengujian. Pengujian t-test dan regresi dilakukan untuk mengetahui perbedaan efek perlakuan terhadap akar dan batang menggunakan R-statistik 3.1.3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh terhadap kesintasan biji

Pengaruh proses dekomposisi daun *C. pubsecens* dan *C. calothyrsus* selama 7, 30 dan 180 hari terhadap persentase kesintasan biji ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa secara umum dekomposisi serasah daun kedua jenis tumbuhan invasif tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap rata-rata kesintasan biji *V. Radiata*, dimana pada semua perlakuan persentase perkecambahan biji >90%. Hasil uji ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan dengan kontrol.

**Table 1.** Potensi pertumbuhan maksimal *V. radiata* (%) pada proses dekomposisi of *C. pubescens* and *C. calothyrsus*

Waktu proses dekomposisi (hari)	Perkecambahan (%)		
	<i>C. pubescens</i>	<i>C. calothyrsus</i>	Kontrol
7	93.33 ± 02.31	98.67 ± 02.31	98.67 ± 02.31
30	94.67 ± 02.31	98.67 ± 02.31	97.33 ± 04.62
180	97.33 ± 02.31	92.00 ± 10.58	98.67 ± 02.31

Hasil ini berbeda dengan percobaan yang dilakukan (Thijssen 1995) pada *C. calothyrsus*. Secara umum, persentase kesintasan biji tertinggi didapat pada dekomposisi *C. calothyrsus* pada 7 hari, 30 hari dan kontrol. Pada dekomposisi *C. pubescens* persentase kesintasan biji cenderung meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu dekomposisi. Dapat disimpulkan bahwa senyawa yang dilepaskan dari proses dekomposisi serasah kedua tumbuhan invasif tersebut tidak mengganggu kesintasan benih tumbuhan asli (*resident/native species*).

### Pengaruh terhadap pertumbuhan biji

Pengaruh proses dekomposisi daun *C. pubsecens* dan *C. calothyrsus* selama 7, 30 dan 180 hari terhadap panjang total, panjang batang dan akar kecambah dapat dilihat dari Tabel 2. berikut ini. Secara umum terlihat senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi *C. pubescens* menyebabkan rata-rata pertumbuhan *V. radiata* menjadi relatif lebih pendek secara signifikan ( $\alpha=0.05$ ), terutama pada proses dekomposisi 7 dan 30 hari, sedangkan pada dekomposisi 180 hari tidak berpengaruh nyata terhadap panjang pertumbuhan kecambah *V. radiata*.

Pengaruh senyawa yang dilepaskan pada proses dekomposisi serasah *C. pubescens* tersebut secara spesifik lebih terlihat pada pengukuran panjang hipokotil dan akar. Pada bagian hipokotil, senyawa yang dilepaskan pada proses dekomposisi *C. pubescens* dengan waktu 7 dan 30 hari tidak berbeda secara nyata. Namun pada bagian akar terlihat berbeda, dimana pada waktu proses dekomposisi 7 hari panjang akar lebih pendek secara nyata.

**Table 2.** Panjang rata-rata kecambah *V. radiata* pada berbagai perlakuan

Waktu proses dekomposisi (days)	Average length (cm)			
	<i>C. pubescens</i> f	<i>C. calothyrsus</i> f	Kontrol f	
Hipokotil	7	01.18 ±01.38 a	04.92 ±02.19 bc	04.44 ±02.24 a
	30	01.29 ±01.10 a	06.28 ±02.18 de	06.48 ±02.44 e
	180	05.65 ±02.45 cd	05.40 ±03.20 c	06.42 ±02.45 e
Akar	7	02.11 ±01.87 a	05.36 ±02.17 cd	05.50 ±02.55 cd
	30	3.11 ±02.17 b	06.09 ±02.14 de	06.75 ±02.26 e
	180	05.40 ±02.39 cd	05.10 ±03.75 c	06.59 ±02.94 e
Total	7	03.29 ±03.02 a	10.29 ±03.88 b	09.95 ±04.49 b
	30	04.41 ±02.94 a	12.38 ±03.99 cd	13.25 ±04.36 c
	180	11.06 ±04.31 bc	10.51 ±06.62 b	13.02 ±04.97 c

Berdasarkan struktur dan sifat senyawanya, alelopatik dikelompokkan menjadi menjadi 10 kategori (Li et al. 2010). Diketahui bahwa senyawa fitotoksik yang dilepas *C. calothyrsus* termasuk kedalam kategori fenol sedangkan yang dilepas *C. pubescens* adalah alkaloid quinine (benzoquinone, anthraquinone, dan quinine kompleks) menurut Aerts et al. (1991) dan Ohno (2001). Senyawa fenol adalah kelompok alelokimia tumbuhan yang paling penting dan paling umum di ekosistem. Senyawa ini dapat menghambat pemanjangan akar, pembelahan sel, merubah ultra-struktur sel dan perkembangan tumbuhan secara keseluruhan (Li et al. 2010). Namun pada penelitian ini tidak terlihat secara nyata adanya pengaruh senyawa fenol terhadap perkecambahan pada proses dekomposisi *C. calothyrsus*. Hal ini kemungkinan terjadi karena senyawa fenol telah terdegradasi pada daun yang telah luruh, namun hal ini perlu dikaji lebih mendalam.

Pada *C. pubescens*, hasil yang didapatkan berbeda dengan Aerts et al. (1991). Hal ini terjadi kemungkinan karena perbedaan jenis *Cinchona* yang digunakan, serta metode dan organ yang diobservasi berbeda. Aerts et al. (1991) melakukan observasi pada *C. calisaya*, yang tidak termasuk jenis invasif. Penelitian ini merupakan studi awal tentang peran “*novel weapon*” dalam proses invasi *C. pubescens*. Namun masih diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya pada seluruh kolega yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian di Laboratorium Ekologi Kebun Raya Cibodas, penulisan, diseminasi serta penerbitannya; Yati Nurlaeni, Masfiro Lailati, Lily Ismaini, Imawan Wahyu Hidayat, Bang Jali serta Proyek Eksplorasi dan Penelitian Flora Dataran Tinggi Basah - DIPA KRC 2017.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aerts RJ, Snoeijer W, van der Meijden E, Verpoorte R. 1991. Allelopathic inhibition of seed germination by *Cinchona* alkaloids?. *Phytochemistry* 30 (9): 2947-2951.
- Bais HP, Vepachedu R, Gilroy S, Callaway RM, Vivanco JM. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interaction. *Science* 301: 1377-1380.
- Buddenhagen C, Renteria JL, Gardener M, Wilkinson SR, Soria M, Yanez P, Tye A, Valle R. 2004. The control of a highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galapagos. *Weed Technology* 18: 1194-1202.
- CABI. 2017. Invasive Species Compendium. CAB International. Wallingford, UK. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc).
- Callaway RM, Aschehough ET. 2000. Invasive plant versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290: 521-523.
- Duan LL, Liang SC, Li FR, Zhou QJ. 2015. Comparison of the leaf allelopathic potential of the invasive wetland plant *Spartina alternifolia* and three native mangrove plants. *J Guangxi Normal University* 33 (2): 109-114.
- Global Invasive Species Database. 2017. Species profile: *Cinchona pubescens*. (<http://www.iucnisd.org/gisd/speciesname/Cinchona+pubescens>) downloaded on 03-09-2017.
- Ismaini L. 2015. Pengaruh alelopati tumbuhan invasif (*Clidemia hirta*) terhadap germinasi biji tumbuhan asli (*Impatiens plathyetala*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1 (4): 834-837.
- Jäger H. 2015. Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 11. *Cinchona pubescens* (Red Quinine Tree) (Rubiaceae). *Pacific Science* 69 (2): 133-153.
- Kairo M, Ali B, Cheesman O, Haysom K, Murphy S. 2003. Invasive species threats in the Caribbean Region. Report to the Nature Conservancy. CAB International, Curepe, Trinidad and Tobago.
- Karinge PG. 1991. Effect of alley cropping with *Calliandra calothyrsus* (Meism) on sequentially grown maize and cowpeas. [Thesis]. University of Nairobi, Nairobi. [Kenya]
- Li ZH, Wang Q, Ruan X, Pan CD, Jiang DA. 2010. Phenolic and plant allelopathy. *Molecules* 15: 8933-8952.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2004. 100 of the world's worst invasive alien species database. The Invasive Species Specialist Group a Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). Auckland.
- Nair KPP. 2010. The agronomy and economy of important tree crops of the developing world. Elsevier. London.
- Ohno T. 2001. Oxidation of phenolic acid derivatives by soil and its relevance to allelopathic activity. *Journal of Environmental Quality* 30 (5): 1631-1635.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, Simons A. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>).

- Richardson D, Pysek P, Rejmanek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution* 6: 93-107.
- Richardson D, Pysek P. 2008. Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton. *Diversity and Distribution* 14:161-168.
- Richardson DM. 1998. Forestry trees as invasive aliens. *Conservation Biology* 12 (1): 18-26.
- Setyawati T, Narulita S, Bahri IP, Raharjo GT. 2015. A guide book to invasion alien species in Indonesia, Research, Development and Innovation Agency, Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia, Bogor.
- Shinwari MI, Iida O, Shinwari MI, Fujii Y. 2017. Evaluation of phytodiversity for allelopathic activity and application to minimize climate change impact: Japanese medicinal plants. *Pakistan Journal of Botani* 49 (SI): 139-144.
- Singh HP, Batish DR, Kohli RK. 2006. Handbook of sustainable weed management. The Haworth Press Inc., New York.
- Thijssen R. 1995. Weeds and trees. *ILEIA Newslett* 11 (3): 1-20.
- Zeng RS, Malik AU, Luo SM. 2008. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer Science+Business Media, LLC, New York.