

This file has been cleaned of potential threats.

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

d0db138f279258599d5cfc9f0c09257fa29508617442b1cd6c76036e5c4bb2fa

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

Jurnal Penelitian Kehutanan
Journal of Forestry Research

ISSN 2579-5805

FALOAK

Volume 1 Nomor 2 Oktober 2017



BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOG HASIL HUTAN BUKAN KAYU
Research and Development Institute of Technology Non Timber Forest Product
BADAN PENELITIAN, PENGEMBANGAN DAN INOVASI
Research, Development and Innovation Agency
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
Ministry of Forestry and Environmental

JURNAL FALOAK	Vol. 1	No.2	Hal. 51-98	Oktober 2017	ISSN 2579-5805
------------------	--------	------	------------	--------------	-------------------

Jurnal Faloak adalah e-journal yang diterbitkan Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, terbit dua kali dalam setahun pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini memuat hasil-hasil penelitian di bidang Bidang Silviculture, Jasa Lingkungan, Biometrik, Pemanenan dan Pengolahan Hasil Hutan Kayu dan Bukan Kayu, Perlindungan, Konservasi Sumberdaya, Sosial Ekonomi dan Kebijakan, Ekologi Tumbuhan, Mikrobiologi dan Bioteknologi, Sifat Dasar Kayu dan Tumbuhan, Hidrologi dan Konservasi Tanah. Terbit dua kali dalam setahun pada bulan April dan Oktober, pertama terbit pada tahun 2017.

Journal Faloak is an e-journal published Center for Research and Technological Development of Non-Timber Forest Products, published twice a year in April and October. This journal contains research results in the field of Sector Silviculture, Environmental Services, Biometrics, Harvesting and Processing of Wood Forest Products and Non-Wood, Protection, Resource Conservation, Social Economics and Policy, Plant Ecology, Microbiology and Biotechnology, Nature Wood and Plant, hydrology and Soil Conservation. Publishing twice a year in April and October, first published in 2017.

- PENANGGUNG JAWAB** : Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
DEWAN REDAKSI (Editor Board)
Ketua (*Editor in Chief*) : Agus Sukito, S.Hut., M.Agr., Ph.D (BPPTHHBK/ Biofarmaka)
Anggota (*Members*) : 1. Dr. Kresno Agus Hendarto, S.Hut., MM (BPPTHHBK / Sosial Ekonomi dan Kebijakan)
2. Dr. S. Agung S. Raharjo, S.Hut, MT (BPPLHK Kupang/ Sosial Ekonomi dan Kebijakan)
3. Dr. Gerson N.D. Njurumana (BPPLHK Kupang / Konservasi)
4. Dr. Ir. Puja Mardiyanto (BPPLHK Manokwari/Silvikultur)
5. Amalia Indah Prihantini, S.Hut, M.Agr, Ph.D (BPPTHHBK/ Biofarmaka)
- Mintra Bestari (Peer reviewer)** : 1. Prof. Riset . Dr. Gustan Pari, M.Si (Puslitbang Hasil Hutan/ Pengolahan Hasil Hutan)
2. Prof. Dr. Charli Natanubun, S.Hut, M.Si (Universitas Cendrawasih)
3. Dr. Ir. Ludji Michael Riwu Kaho, M.Si (Universitas Cendana/ Kehutanan dan Lingkungan)
4. Dr. Saptadi Darmawan, S.Hut, M.Si (BPPTHHBK / Pengolahan Hasil Hutan)
5. Dr. Siti Latifah, S.Hut., M.Sc.F (Universitas Mataram/ Sosekjak dan Biometrika)
6. Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP (BBPBPTH Yogyakarta/ Pemuliaan, Silviculture)
7. Dr. Markum (Universitas Mataram/Sosial Ekonomi Kebijakan)
8. Prof. Riset DR. Budi Leksono, MP (BBPBPTH Yogyakarta /Pemuliaan, Silviculture)
- PIMPINAN REDAKSI PELAKSANA**
(*Managing editor*) : Kepala Seksi Data, Informasi dan Sarana Penelitian
Anggota (*Members*) : 1. Ahmad Nur, S.Hum., M.E
2. Yobo Endra Prananta, S.Si, M.Kom
3. Triko Slamet, S.Hut., M.Ak
4. Rattah Pinnusa HH, S.Sos., M.Sc

Diterbitkan oleh (Published by):

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
(*Research and Development Institute of Technology Non Timber Forest Product*)
Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi (*Research, Development and Innovation Agency*)
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (*Ministry of Enviromental and Forestri Republik of Indonesia*)

Alamat Redaksi :

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
Jalan Darma Bakti No. 7 Langko, Lingsar, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat
Telepon/Fax : 0370-6175552/6175482
Email : jurnalfaloak@gmail.com; bpkmataram@yahoo.co.id
Website : mataram.litbang.menlhk.go.id

FALOK

Volume 1 Nomor 2 Oktober 2017



BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOG HASIL HUTAN BUKAN KAYU
Research and Development Institute of Technology Non Timber Forest Product
BADAN PENELITIAN, PENGEMBANGAN DAN INOVASI
Research, Development and Innovation Agency
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
Ministry of Forestry and Environmental

JURNAL FALOK	Vol. 1	No.2	Hal. 51-98	Oktober 2017	ISSN 2579-5805
-----------------	--------	------	------------	--------------	-------------------

UCAPAN TERIMAKASIH

Dewan Redaksi Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Dewan Redaksi dan Mitra Bestari (*peer reviewers*) yang telah menelaah, analisa naskah yang dimuat pada edisi Vol. 1 No. 2, Oktober 2017 :

Agus Sukito, S.Hut., M.Agr., Ph.D

(Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu/Biofarmaka)

Dr. Gerson N.D. Njurumana

(Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang / Konservasi)

Dr. Kresno Agus Hendarto, S.Hut., MM

(Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu/Ekonomi Kehutanan)

Dr. Saptadi Darmawan, S.Hut, M.Si

(Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan /Pengolahan Hasil Hutan)

DAFTAR ISI
CONTENTS

Analisis Dampak TPTI Terhadap Dinamika Permudaan Spesies Pohon Komersil Tingkat Pancang Dan Tiang Di Hutan Alam Papua Bagian Selatan (Studi Kasus Wilayah Boven Digul, Papua) <i>(TPTI Impact Analysis on Dynamics of Species of Commercial Tree of Commercial Levels and Tiang in Natural Papua Natural Forests: Sase Study of Boven Digul Area, Papua)</i>	
Rifki M. A. El Halim & B. W. Hastanti	51-58
Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Daun <i>Tilia kiusiana</i> <i>(Activity Assay of <i>Tilia kiusiana</i> Leaf Extract)</i>	
Amalia Indah Prihantini & Sanro Tachibana	59-66
Konservasi Genetik Cendana Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Desa Nusa Kabupaten Timor Tengah Selatan <i>(Genetic conservation of sandalwood based on community participation in Nusa Vilage Timor Tengah Selatan District)</i>	
Sumardi	67-74
Efek Laju Karbondioksida (co₂) Terhadap Morfologi Dan Laju Pertumbuhan Populasi <i>Spirulina platensis</i> (Gomont) <i>(The Effect of Carbon Dioxide (CO₂) Rate to The Morphology and The Growth Rate of <i>Spirulina platensis</i> (Gomont) Population)</i>	
Lutfi Anggadhanian & Andhika Puspito Nugroho	75-84
Potensi Produk Mimba (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) Dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Potensi Daun Mimba Di Lombok <i>(The Potency of Neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) Product and Factors affecting The Neem Leaf Production in Lombok)</i>	
I Wayan Widhiana Susila	85-98

Lembar Abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya

UDC 630.231

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, hal: 51-58

Analisis Dampak TPTI Terhadap Dinamika Permudaan Spesies Pohon Komersil Tingkat Pancang Dan Tiang Di Hutan Alam Papua Bagian Selatan (Studi Kasus Wilayah Boven Digul, Papua)

Rifki M. A. El Halim¹ & B. W. Hastanti² (^{1,2}Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari)

TPTI adalah system yang sudah lama digunakan dan dikembangkan untuk mengambil hasil hutan kayu di hutan alam Indonesia. Meskipun sudah lama digunakan dan dievaluasi, system ini banyak menuai kontroversi. Sebagian besar evaluasi TPTI dilakukan untuk menganalisis dampak TPTI terhadap kelestarian spesies pohon komersil pada tingkat pohon di hutan Kalimantan dan Sumatera. Sedangkan penelitian dampak TPTI pada spesies komersil di tingkat tiang dan pancang terlebih lagi pada hutan alam di Papua hampir tidak pernah dilakukan. Untuk menjawab pengaruh TPTI pada spesies komersil tingkat pancang dan tiang di Papua penelitian ini berusaha membandingkan dinamika populasi dan diversitas pancang dan tiang pada sebelum dan sesudah ditebang dengan TPTI. Pengamatan penelitian dilakukan di area IUPHHK PT TTL Boven Digul, Papua. adapun area hutan yang diamati adalah hutan primer, hutan sekunder umur 1 tahun dan hutan sekunder umur 3 tahun. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan pendekatan discontinuous plot sampling dengan jumlah 20 plot untuk masing-masing perlakuan dengan ukuran plot 10x10m untuk inventarisasi pohon tingkat tiang dan 5x5 untuk inventarisasi pohon tingkat pancang. Selanjutnya, data spesies dan populasi yang berhasil dikumpulkan dibandingkan dengan ANOVA ($\alpha=0,05$) dan kurva kumulatif. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada jangka pendek TPTI berdampak positif terhadap peningkatan populasi dan diversitas pohon spesies komersil di tingkat pancang dan tiang. Untuk menjaga diversitas pohon tetap tinggi, perawatan dan pengamatan lebih lanjut perlu dilakukan. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan hutan sekunder yang lebih tua masih perlu dilakukan untuk bisa mengetahui dampak jangka menengah dan jangka panjang kegiatan TPTI terhadap dinamika spesies komersil tingkat pancang dan tiang.

Kata kunci: TPTI, pancang, tiang, hutan primer, hutan sekunder, ANOVA, kurva kumulatif

UDC 630.89

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, hal: 59-66

Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Daun *Tilia kiusiana*

Amalia Indah Prihantini¹ & Sanro Tachibana² (¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, ²Department of Applied Bioscience, Faculty of Agriculture, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama, Ehime, 790-8566, Japan)

Saat ini masih banyak biodiversitas-biodiversitas di dunia yang belum diketahui kemampuan bioaktifnya. Untuk mengetahui potensi farmakologi dari sumber-sumber daya alam tersebut, penelitian ini mempelajari aktivitas antioksidan dari tanaman *Tilia kiusiana*, pohon jeruk dari Jepang. Ekstrak metanol dari daun *T. kiusiana* digunakan untuk menganalisis aktivitas antioksidannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas pada uji-uji antioksidan seperti penghambatan radikal DPPH ($IC_{50} 232,76 \pm 1,13 \mu\text{g/mL}$), uji kemampuan reduksi ($53,33 \pm 1,57 \text{ mg QE/g ekstrak}$); uji hidrogen peroksida ($304,49 \pm 4,57 \mu\text{g/mL}$), and uji pemudaran β -karoten ($45,80 \pm 1,68 \mu\text{g/mL}$). Total kandungan senyawa fenolik (TPC) menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki nilai yang rendah untuk kandungan setara asam galat ($49,29 \pm 3,82 \text{ mg QE/g ekstrak}$), kuersetin ($36,57 \pm 3,01 \text{ mg QE/g ekstrak}$), dan rutin ($90,44 \pm 7,23 \text{ mg QE/g ekstrak}$). Dapat disimpulkan bahwa *T. kiusiana* dapat dipertimbangkan sebagai sumber alternatif obat-obatan alami.

Kata kunci: *T. kiusiana*, aktivitas antioksidan, ekstrak daun

UDC 630.232.42

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, hal: 67-74

Konservasi Genetik Cendana Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Desa Nusa Kabupaten Timor Tengah Selatan

Sumardi (Peneliti Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan)

Cendana (*Santalum album* Linn.) merupakan jenis tanaman yang memiliki keunggulan dan kontribusi bagi Nusa Tenggara Timur. Cendana merupakan komoditas penting bagi Nusa Tenggara Timur, namun kelestariannya saat ini sudah terancam sebagai akibat kesalahan model pengelolaan dan rendahnya keberhasilan regenerasi di alam. Untuk menghindari terjadinya bencana degradasi genetik atau bahkan punahnya jenis tersebut maka penting dilakukan tindakan konservasi genetik jenis tersebut. Model

partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi genetik cendana telah diujicobakan di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis keberhasilan dan pertumbuhan cendana model partisipasi masyarakat dalam strategi konservasi genetik cendana di Nusa Tenggara Timur. Hasil analisis menunjukkan persen hidup tanaman untuk tujuan konservasi genetik cendana umur 1 tahun dengan model partisipasi masyarakat adalah sebesar 100% jika ditanam pada lahan pekarangan; 90,74% jika ditanam pada lahan kosong; dan 64,58% jika ditanam pada lahan dengan naungan terlalu rapat. Perlakuan terhadap 5 kelompok tani yang digunakan sebagai sampel tidak menunjukkan perbedaan nyata pada keberhasilan penanaman di lapangan, yang ditunjukkan dengan persen hidup tanaman yang hampir sama. Sementara itu hasil analisis varian terhadap sifat pertumbuhan menunjukkan rerata tinggi dan diameter yang tidak berbeda nyata antar perlakuan model penanaman. Rerata tinggi dan diameter masing-masing perlakuan masing-masing perlakuan naungan adalah sebesar 30,13 cm dan 2,97 mm jika ditanam pada lahan pekarangan; 31,49 cm dan 3,25 mm jika ditanam pada lahan kosong; dan 29,63 cm dan 3,05 mm jika ditanam pada lahan dengan naungan rapat.

Kata kunci : konservasi, genetik, cendana, partisipasi masyarakat, naungan

UDC 630.28

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, hal: 75-84

Efek Laju Karbondioksida (CO₂) Terhadap Morfologi Dan Laju Pertumbuhan Populasi *Spirulina platensis* (Gomont)

Lutfi Anggadhania¹ & Andhika Puspito Nugroho² (¹Peneliti Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, ²Jurusan Biologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada)

Pencemaran karbondioksida terjadi karena peningkatan penggunaan bahan bakar fosil untuk industri dan transportasi. Akibat terjadinya deforestasi, penyerapan karbondioksida oleh tumbuhan terrestrial berkurang, sehingga terjadi peningkatan penyerapan karbondioksida oleh laut. Penyerapan karbondioksida oleh laut akan menyebabkan perubahan sifat kimia laut yang berdampak pada ekosistem laut. *Spirulina platensis* sebagai organisme kosmopolitan yang terdapat di laut dapat menggunakan karbon anorganik yang terserap dalam laut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek laju karbondioksida terhadap morfologi dan laju pertumbuhan populasi *Spirulina platensis*. Metode penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Masa perlakuan dimulai pada fase eksponensial dengan laju karbondioksida 0,1 lpm, 0,2 lpm, dan 0,4 lpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbondioksida yang diberikan mampu digunakan oleh *S. platensis* untuk meningkatkan pertumbuhan tetapi juga akan memperpendek kinetika pertumbuhan. Hal ini juga tercermin pada hasil analisis statistiknya yang tidak ada beda nyata ($p > 0,005$). Secara morfologi, respon *S. platensis* terhadap pemberian karbondioksida menunjukkan terjadinya fragmentasi dan lisis sel.

Kata kunci : karbondioksida, *Spirulina*, laju pertumbuhan, morfologi

UDC 630.62

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, hal: 85-98

Potensi Produk Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) Dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Potensi Daun Mimba Di Lombok

I Wayan Widhiana Susila (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu)

Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) merupakan jenis hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang produk daunnya sebagai penghasil bahan pestisida nabati dan antiseptik. Keberadaan mimba cukup potensial di Lombok yang tumbuh alami di lahan-lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi potensi biomassa daun dan kandungan minyaknya serta faktor-faktor yang mempengaruhi potensi daun mimba. Penelitian dilakukan secara purposive dengan metode survai dan pengukuran dimensi pohon secara sensus pada setiap lokasi. Potensi daun mimba per pohon di Lombok Timur adalah 7,4 – 21,6 kg, kandungan minyak dan rendemennya 0,07 – 0,20 kg dan 1,88 – 2,33 %. Di Lombok Utara potensi daun, kandungan minyak dan rendemennya adalah 8,5 – 21,2 kg per pohon, 0,14 – 0,18 kg per pohon dan 2,17 – 4,34 %. Stok biomassa daun mimba per kecamatan adalah Jerowaru 0,31 ton, Keruak 0,31 ton, Sakra 0,32 ton, Pringgabaya 0,13 ton, Sambelia 0,13 ton dan Kecamatan Bayan 0,69 ton. Produksi daun mimba sangat dipengaruhi oleh jumlah ranting, jumlah cabang, diameter dan lebar tajuk pohon, sedangkan faktor tempat tumbuh kurang berpengaruh (elevasi dan pH tanah). Penggunaan parameter jumlah ranting mendapatkan model terbaik untuk menduga potensi daun, baik untuk satu variabel maupun lebih. Penggunaan semua variabel yang teridentifikasi tersebut (diameter, pertajukan, dan tempat tumbuh), diperoleh *R-square* 48,9 %. Berarti lebih dari 50% variabel lain yang belum teridentifikasi yang berpengaruh terhadap potensi daun mimba.

Kata kunci : Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss), daun, Lombok Timur, Lombok Utara

The abstract may be reproduced without permission or charge

UDC 630.231

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, page: 51-58

TPTI Impact Analysis on Dynamics of Species of Commercial Tree of Commercial Levels and Tiang in Natural Papua Natural Forests: Sase Study of Boven Digul Area, Papua

Rifki M. A. El Halim¹ & B. W. Hastanti² (Research and Development Institute of Environmental and Forestry Manokwari)

TPTI has been utilised and developed for long period to harvest timber in Indonesia's natural forest. despite has been utilised and developed for long period, the TPTI implementation has reap a lot of controversy. Most research about TPTI has been conducted in Kalimantan and Sumatra, this research mainly stressed on the sustainability of commercially tree spesies in tree stage. The other research which is analysed the impact of TPTI on commercially tree spesies in the sapling and poles stage even more in Papua natural forest is barely conducted. To analyse the TPTI impact on West Papuan natural forest, in particular the commercially tree spesies in sapling and poles stage, this research is comparing the dynamic change of primary and secondary forest after TPTI. Data collection is recorded from IUPHHK PT TTL, Boven Digul, Papua. The data specifically collected from primary forest, secondary forest age 1 year and secondary forest age 3 year. Data collection is conducted using discontinuous plot sampling with 10x10 m and 5x5 m for poles and sampling respectively. Later on, the spesies and population variable that has been collected are analysed using ANOVA ($\alpha=0,05$) and accumulation curve. Data analysis report that in a short period the TPTI activity does increase the diversity and the population size of sapling and poles. To preserve the diversity and population size tending and further monitoring is pivotal. Further research using older secondary forest is essential to fully analyse the impact of TPT on commercially tree spesies dynamic on sapling and poles stage.

Keywords : TPTI; sapling; poles; primary forest; secondary forest; ANOVA and a accumulation curve

UDC 630.89

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, page: 59-66

Activity Assay of *Tilia kiusiana* Leaf Extract

Amalia Indah Prihantini¹ & Sanro Tachibana² (¹Research and Development Institute of Technology Non Timbre Forest Product, ²Department of Applied Bioscience, Faculty of Agriculture, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama, Ehime, 790-8566, Japan)

There are many of the world's biodiversity has not been evaluated for any biological activity. To explore the pharmacological potency of nature, the present study investigated antioxidant activity assay of *Tilia kiusiana*, a Japanese lime tree. Methanolic leaf extract of *T. kiusiana* was used to analyze the antioxidant assays. The result showed that the extract had moderate activity on antioxidant assays such as DPPH radical scavenging activity ($IC_{50} 232.76 \pm 1.13 \mu\text{g/mL}$), reducing power ($53.33 \pm 1.57 \text{ mg QE/g dry extract}$); hydrogen peroxide ($304.49 \pm 4.57 \mu\text{g/mL}$), and α -karoten ($45.80 \pm 1.68 \mu\text{g/mL}$). The Total Phenolic Content (TPC) revealed that the extract had low values for gallic acid, quercetin, and rutin equivalents ($49.29 \pm 3.82 \text{ mg QE/g dry extract}$; $36.57 \pm 3.01 \text{ mg QE/g dry extract}$; $90.44 \pm 7.23 \text{ mg QE/g dry extract}$, respectively). In conclusion, the present study supported the investigation on discovery and resupply of pharmacological active plant-derived natural products.

Keywords : *T. kiusiana*, antioxidant activity, leaf extract

UDC 630.232.42

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, page: 67-74

Genetic Conservation of Sandalwood Based on Community Participation in Nusa Vilage Timor Tengah Selatan District

Sumardi (Researcher Center for Research and Development of Biotechnology and Plant Breeding Forest)

Sandalwood (*Santalum album* Linn.) is a species that has advantages and contribution to the development of East Nusa Tenggara province. It is an important species for East Nusa Tenggara Province, but its sustainability is now threatened due to mismanagement and low success of regeneration. To avoid the occurrence of genetic degradation or even the extinction of this species is important to do genetic conservation. The community participation model for the genetic conservation of sandalwood has been piloted in the Timor Tengah Utara District of East Nusa Tenggara Province. This study aimed to analyze the success and growth of sandalwood in the model of community participation for genetic conservation strategy of sandalwood in East Nusa Tenggara. The analysis has shown that the survival rate of sandalwood in the genetic conservation with community participation model at 1 year old

are 100% if planted on the yard; 90.74% if planted on the bare land; and 64.58% if planted on the land with a very close shade. Trials in 5 farmer groups showed that no significant difference between farmer groups on successful planting in the field, as indicated by similar plant life percentages. Meanwhile, The variance analysis on the growth characteristic showed that mean of high and diameter were not significantly different between treatment model of planting. The mean of height and diameter of each shading treatment were 30.13 cm and 2.97 mm if planted on the yard area; 31.49 cm and 3.25 mm if planted on the bare land; and 29.63 cm and 3.05 mm if planted on the land with a very close shade.

Keywords : conservation, genetic, sandalwood, community participation, shading

UDC 630.28

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, page : 75-84

The Effect of Carbon Dioxide (CO₂) Rate to The Morphology and The Growth Rate of Spirulina platensis (Gomont) Population

Lutfi Anggadhanian¹ & Andhika Puspito Nugroho² (¹Research and Development Institute of Technology Non Timbre Forest Product, ²Researcher of Department of Biology, Faculty of Biology Gadjah Mada University)

Carbon dioxide (CO₂) pollution occurs due to the increasing of fossil fuels usage for industry and transportation. Due to the deforestation, the absorption of CO₂ by plants is reduced, resulting the increasing of CO₂ absorption by the sea. The absorption of CO₂ by the sea will lead the changes in its chemical properties and affects the marine ecosystems. Spirulina platensis is a cosmopolitan organism in the sea that can use inorganic carbon absorbed by the sea. This research aimed to investigate the effect of CO₂ rate on the morphology and the growth rate population of S. platensis. The research method was a complete randomized design with three treatments in triplicate. The treatment period started in the exponential phase with the rate of CO₂ at 0.1 lpm, 0.2 lpm, and 0.4 lpm. The results showed that the given CO₂ could be used by S. platensis to stimulate the growth but it would shorten the growth kinetics. This is also reflected in the results of the statistical analysis that there is no significant difference ($p > 0,05$). Morphologically, the S. platensis response to the administration of CO₂ indicates the occurrence of cell fragmentation and lysis.

Keywords : carbon dioxide, Spirulina, growth rate, morphology

UDC 630.62

JPK Faloak, Vol. 1 No. 2, Oktober 2017, page : 85-98

The Potency of Neem (Azadirachta indica A. Juss) Product and Factors affecting The Neem Leaf Production in Lombok

I Wayan Widhiana Susila (Research and Development Institute of Technology Non Timbre Forest Product)

Neem (Azadirachta indica A. Juss) is a type of non-timber forest product, the leaves could produce plant-based for bio-pesticides and antiseptics. This study aimed to obtain information on potential stands, leaf production and its oil content and the factors that affecting the neem leaf potency. Research was done purposively by the surveying method and tree measurements was census in each location. The neem leaf potency per tree in East Lombok is 7.4 to 21.6 kg, oil content and rendement is 0.07 to 0.20 kg and 1.88 to 2.33%. North Lombok are, 8.5 to 21.2 kg for potential leaf, and 0.14 to 0.18 kg for oil content and 2.17 to 4.34% for oil rendement. Neem leaf production is influenced by branches and sub number, diameter and crown width, while a site less influential (elevation and soil pH). The parameter use of sub-branches number to get the best model to estimate the potential of leaves, good for one or more variables. The use of all the identified variables (diameter, pertajukan, and a place to grow), obtained 48.9% R-square. Means more than 50% of other variables that have not been identified that affect the potential of neem leaves.

Keywords : Neem (Azadirachta indica A. Juss), leaf, East Lombok, North Lombok

**ANALISIS DAMPAK TPTI TERHADAP DINAMIKA PERMUDAAN SPESIES
POHON KOMERSIL TINGKAT PANCANG DAN TIANG
DI HUTAN ALAM PAPUA BAGIAN SELATAN
(Studi Kasus Wilayah Boven Digul, Papua)**

*(TPTI Impact Analysis on Dynamics of Species of Commercial Tree of Commercial
Levels and Tiang in Natural Papua Natural Forests
(Sase Study of Boven Digul Area, Papua)*

Rifki M. A. El Halim¹ & B. W. Hastanti¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari
Jl. Inamberi PO Box 159 Kelurahan Pasir Putih Manokwari 98313 Papua Barat
Telp. (+62986) 213-441; Email : El_halim@live.com

ABSTRACT

TPTI has been utilised and developed for long period to harvest timber in Indonesia's natural forest. despite has been utilised and developed for long period, the TPTI implementation has reap a lot of controversy. Most research about TPTI has been conducted in Kalimantan and Sumatra, this research mainly stressed on the sustainability of commercially tree spesies in tree stage. The other research which is analysed the impact of TPTI on commercially tree spesies in the sapling and poles stage even more in Papua natural forest is barely conducted. To analyse the TPTI impact on West Papuan natural forest, in particular the commercially tree spesies in sapling and poles stage, this research is comparing the dynamic change of primary and secondary forest after TPTI. Data collection is recorded from IUPHHK PT TTL, Boven Digul, Papua. The data specifically collected from primary forest, secondary forest age 1 year and secondary forest age 3 year. Data collection is conducted using discontinuous plot sampling with 10x10 m and 5x5 m for poles and sampling respectively. Later on, the spesies and population variable that has been collected are analysed using ANOVA ($\alpha=0,05$) and accumulation curve. Data analysis report that in a short period the TPTI activity does increase the diversity and the population size of sapling and poles. To preserve the diversity and population size tending and further monitoring is pivotal. Further research using older secondary forost is essential to fully analyse the impact of TPT on commercially tree spesies dynamic on sapling and poles stage.

Keywords : TPTI; sapling; poles; primary forest; secondary forest; ANOVA and a ccumulation curve

ABSTRAK

TPTI adalah system yang sudah lama digunakan dan dikembangkan untuk mengambil hasil hutan kayu di hutan alam Indonesia. Meskipun sudah lama digunakan dan dievaluasi, system ini banyak menuai kontroversi. Sebagian besar evaluasi TPTI dilakukan untuk menganalisis dampak TPTI terhadap kelestarian spesies pohon komersil pada tingkat pohon di hutan Kalimantan dan Sumatera. Sedangkan penelitian dampak TPTI pada spesies komersil di tingkat tiang dan pancang terlebih lagi pada hutan alam di Papua hampir tidak pernah dilakukan. Untuk menjawab pengaruh TPTI pada spesies komersil tingkat pancang dan tiang di Papua penelitian ini berusaha membandingkan dinamika populasi dan diversitas pancang dan tiang pada sebelum dan sesudah ditebang dengan TPTI. Pengamatan penelitian dilakukan di area IUPHHK PT TTL Boven Digul, Papua. adapun area hutan yang diamati adalah hutan primer, hutan sekunder umur 1 tahun dan hutan sekunder umur 3 tahun. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan pendekatan discontinuous plot sampling dengan jumlah 20 plot untuk masing-masing perlakuan dengan ukuran plot 10x10m untuk inventarisasi pohon tingkat tiang dan 5x5 untuk inventarisasi pohon tingkat pancang. Selanjutnya, data spesies dan populasi yang berhasil dikumpulkan dibandingkan dengan ANOVA ($\alpha=0,05$) dan kurva kumulatif. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada jangka pendek TPTI berdampak positif terhadap peningkatan populasi dan dan diversitas pohon spesies komersil di tingkat pancang dan tiang. Untuk menjaga diversitas pohon tetap tinggi, perawatan dan pengamatan lebih lanjut perlu dilakukan. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan hutan sekunder yang lebih tua masih perlu dilakukan untuk bisa mengetahui dampak jangka menengah dan jangka panjang kegiatan TPTI terhadap dinamika spesies komersil tingkat pancang dan tiang.

Kata kunci: TPTI, pancang, tiang, hutan primer, hutan sekunder, ANOVA, kurva kumulatif

I. PENDAHULUAN

Sejak pertama kali digunakan di tahun 1970, hingga saat ini TPTI adalah satu-satunya system pemanfaatan hasil kayu pada hutan hutan alam di Indonesia. Meskipun sudah lama dianut dan diterapkan di Indonesia, system ini terus mengalami pengembangan. Meskipun pada awalnya system ini hanya memuat aturan tentang jenis dan diameter pohon yang boleh ditebang (Yasman, 1998), pada pengembangannya system ini juga mewajibkan penerapan *Reduce Impact Logging* (RIL) (Cannon *et al.*, 1994) dan beberapa sistem perlindungan hutan lestari.

Meskipun pengembangan system TPTI terus dikembangkan, TPTI terus dikritik sebagai system pemanenan hutan yang tidak lestari. Beberapa peneliti seperti Hardus *et al.* (2012) dan Suryatmojo *et al.* (2011) berpendapat bahwa TPTI adalah kegiatan kehutanan yang merusak kondisi hutan. Namun demikian, beberapa peneliti lain berpendapat bahwa TPTI cukup lestari untuk diterapkan di Indonesia (Davis, 2000, Sist *et al.*, 1998, Sist *et al.*, 2003).

Selain itu, penerapan TPTI banyak menimbulkan perdebatan, analisis lebih lanjut terhadap TPTI masih perlu terus dilanjutkan. Hingga saat ini penelitian TPTI sebagian besar hanya berfokus pada dampak TPTI terhadap tegakan tinggal dalam fase pohon. Sedangkan penelitian TPTI yang menganalisis dampak TPTI terhadap tegakan tinggal yang masih berada pada fase pancang dan tiang belum banyak dilakukan.

Terlebih lagi sebagian besar penelitian TPTI yang dilakukan berfokus pada hutan Kalimantan dan Sumatera, sedangkan penelitian TPTI pada hutan Papua belum banyak yang dipublikasi. Padahal, hutan Papua memiliki struktur dan diversitas yang berbeda dengan hutan daerah lain di Indonesia (Marshall and Beehler, 2007). Salah satu publikasi yang tersedia tentang dampak TPTI pada hutan tebangan di Papua hanya membahas dampak TPTI di Papua bagian utara dan hanya membahas dampak TPTI pada tingkat pohon (El Halim *et al.*, 2015). Hasil evaluasi potensi

tegakan hutan di bagian utara kemungkinan besar sulit digunakan untuk mengevaluasi

Untuk memberikan informasi lebih lanjut mengenai dampak TPTI terhadap tumbuhan kayu komersil tingkat pancang dan tiang, penelitian ini berusaha menganalisis dampak kegiatan TPTI terhadap permudaan alami pohon di tingkat pancang dan tiang di hutan alam Papua bagian selatan terutama pada area hutan di daerah Boven Digul.

II. METODE

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di areal IUPHHK PT TTL (Tunas Timber Lestari) di Boven Digul Papua (Gambar 1). Area hutan PT TTL memiliki Kondisi topografi relatif datar sampai bergelombang ringan dengan kemiringan 0-15 % dan ketinggian 30-300 m dpl. Jenis tanah pada areal tersebut adalah ultisol, podsolik coklat kelabu, podsolik merah kuning dan aluvial. Iklim termasuk tipe A, rata-rata curah hujan 4.196 mm/th. Jumlah hari hujan setiap bulan berkisar antara 13–23 hari.

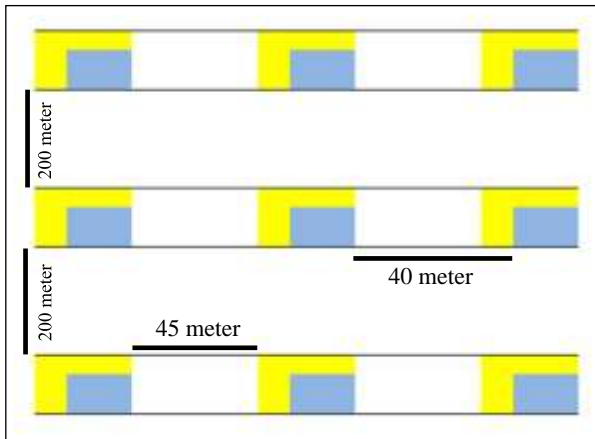


Gambar 1. Lokasi pengambilan data. Area Boven Digul dilingkari dalam garis merah
Figure 1. Location of data retrieval. The Boven Digul area is encircled in a red line

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data permudaan tingkat pancang dan tiang pohon komersil dilakukan di 3 area tebangan menggunakan continuous plot sampling dimana jarak antar plot dalam jalur

adalah 40 m untuk tingkat tiang dan 45 m untuk tingkat pancang. Sedangkan untuk jarak antar jalur adalah 200 m dengan titik awal jalur diambil 100 m dari jalan terdekat (Gambar 2).



Gambar 2. Plot pengambilan data
(warna kuning = plot pancang; warna biru = plot tiang)
Figure 1. Plot of data retrieval
(yellow color = plot stake, blue color = plot pole)

Adapun 3 area tebangan yang akan dibandingkan adalah plot tebangan yang belum ditebang (hutan primer), hutan sekunder 1 tahun setelah ditebang (Sekunder 1 tahun) dan hutan sekunder 3 tahun setelah ditebang (sekunder 3 tahun). Adapun jumlah plot yang digunakan untuk mengukur dinamika tingkat pancang dan tiang di tiap tipe hutan adalah 20 plot.

Ukuran plot dalam jalur adalah 10x10 meter untuk pengukuran pohon pada tingkat tiang. Sedangkan untuk mempermudah pengukuran pohon tingkat pancang, plot ukuran 5x5 meter juga dibangun didalam plot pengukuran tiang.

Pengategorian tingkatan pancang dan tiang dalam penelitian ini mengikuti klasifikasi (Daniel *et al.*, 1979). Daniel *et al.*, (1979) berpendapat bahwa Tiang adalah pohon kecil dengan diameter 10-19 cm sedangkan pancang adalah pohon pada tahapan tumbuh dewasa. Tinggi pancang biasanya berkisar dari 1 m hingga 3 m. adapun variabel yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah variabel spesies dan jumlah individu dalam populasi.

C. Analisis Data

Pada proses data analisis, data yang dikumpulkan pada hutan primer akan digunakan sebagai data kontrol untuk membandingkan dan mengukur dinamika perubahan spesies pohon komersil tingkat pancang dan tiang setelah ditebang. Penelitian ini mengasumsikan bahwa kondisi awal hutan sekunder sebelum ditebang serupa dengan hutan primer. Penelitian ini membandingkan dinamika populasi pancang dan tiang antar plot tebangan, dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan $\alpha=0,05$. Adapun hipotesis penelitian ini adalah:

- $H_0=H_a$, Jumlah Populasi/diversitas tingkat pancang dan tiang antar plot tebangan yang dibandingkan relatif sama.
- $H_0 \neq H_a$, Jumlah Populasi/diversitas tingkat pancang dan tiang antar plot tebangan yang dibandingkan tidak sama.

Jika hasil ANOVA menyatakan bahwa $H_0 \neq H_a$, analisis lanjutan menggunakan analisis Tukey-Kramer pada $\alpha=0,05$ akan dilakukan untuk mengetahui di umur berapa populasi atau diversitas pancang dan tiang mencapai titik tertinggi.

Selain menggunakan ANOVA penelitian ini juga menggunakan pendekatan kurva akumulatif untuk menganalisis dinamika pohon tingkat pancang dan tiang pada hutan bagian selatan Papua. Analisis ini mempermudah perbandingan perubahan dinamika populasi dan diversitas hutan berdasarkan cakupan luasan lahan dengan menggunakan kurva kumulatif. Pendekatan kurva akumulatif ini juga sudah pernah digunakan untuk mengukur dampak kegiatan penebangan di hutan alam Kalimantan (Cannon *et al.*, 1998).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dinamika spesies pohon pada tingkat pancang

Analisis ANOVA pada Tabel 1 membuktikan bahwa populasi tingkat pohon tingkat pancang berbeda pada tiap tipe hutan

tebangan. Pada tingkat Pancang, nilai Probabilitas kesalahan (P) hasil perbandingan pada taraf uji $\alpha=0,05$ hampir mendekati 0 pada perbandingan kepadatan populasi ($F=31,54$; $P=0,00$) dan diversitas ($F=17,75$; $P=0,00$).

Perbedaan dinamika pancang yang signifikan antara tipe hutan tebangan mengindikasikan bahwa populasi dan kondisi diversitas pohon pada tingkat pancang pada hutan tebangan akan terus berubah setiap tahunnya.

Tabel 1. ANOVA dampak TPTI terhadap dinamika populasi dan diversitas hutan di Papua bagian selatan pada tingkat pancang

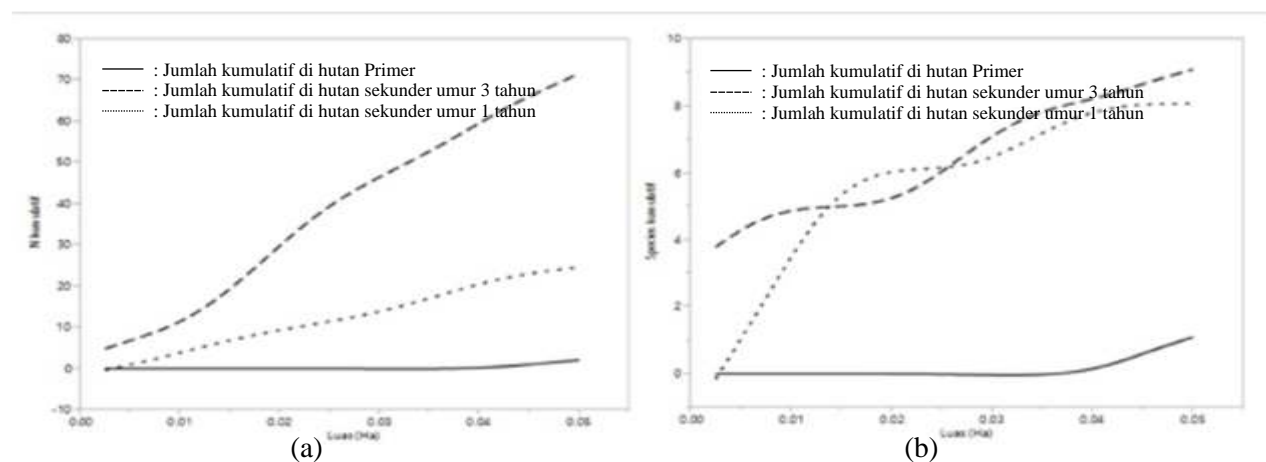
Table 1. ANOVA impact of TPTI on population dynamics and forest diversity in southern part of Papua at stake level

Tingkat tumbuh <i>Level grows</i>	Variable <i>Variable</i>	F	P	Rerata (x) <i>Average (x)</i>		
				Sekunder 3 tahun <i>Secondary 3 years</i>	Sekunder 1 tahun <i>Secondary 1 years</i>	Primer <i>Primary</i>
				Pancang	N	31,54
	Diversitas	17,75	0,00*	1,60a	1,00a	0,10b

Keterangan (*remark*): Tanda (*) menunjukkan bahwa dinamika populasi dan diversitas antar tipe hutan tebangan berbeda pada $\alpha=0,05$. Perbedaan notasi huruf pada kolom rerata menunjukkan bahwa rerata yang dibandingkan berbeda nyata pada $\alpha=0,05$ setelah dilakukan uji lanjutan Tukey-Kramer.

Analisis lanjutan menggunakan Tukey-Kramer pada $\alpha=0,05$ (Tabel 1) juga menunjukkan bahwa populasi pancang dari tahun ketahun meningkat secara signifikan dimana populasi pancang di pada tahun ketiga (3,60) 3 kali lebih tinggi dari tahun pertama (1,20) dan lebih dari 35 kali lebih tinggi dari populasi pancang hutan primer (0,10). Pada

perbandingan diversitas Analisis Tukey-Kramer juga menunjukkan bahwa tegakan hutan sekunder umur 3 tahun (1,60) dan 1 tahun (1,00) lebih beragam dari hutan primer (0,10). Hasil analisis tingkat pancang membuktikan bahwa TPTI memacu peningkatan dan diversitas pohon pada tingkat pancang.



Gambar 3. (a) Kurva populasi kumulatif tingkat pancang, (b) Kurva spesies kumulatif tingkat pancang

Figure 3. (a) The cumulative population curve of the stake level, (b) The cumulative level curve of the stake level

Gambar 3 menunjukkan bahwa tren jumlah kumulatif populasi dan spesies pohon pada tingkat pancang hutan tebangan di Boven digul berkorelasi positif dengan penambahan luas area inventarisasi. Kurva kumulatif menginformasikan bahwa jumlah populasi pohon tingkat pancang yang terinventarisasi bertambah banyak seiring bertambahnya area inventarisasi. Analisis kurva populasi kumulatif memperlihatkan bahwa populasi pancang dan tiang pada hutan sekunder umur 3 tahun (N=72) adalah yang tertinggi dibandingkan dengan hutan sekunder umur 1 tahun (N=27) dan hutan primer (N=4). Jumlah pohon tingkat pancang yang terdeteksi kemungkinan akan terus bertambah jika plot inventarisasi juga ditambah. Selain itu, gambar 2 juga menginformasikan bahwa diversitas pohon tingkat pancang berkembang lebih pesat setelah ditebang. Meskipun diversitas pohon tingkat pancang bertambah pesat, penambahan jumlah plot atau luasan area inventarisasi

sepertinya tidak begitu berpengaruh terhadap jumlah diversitas yang terinventarisasi. Karena peningkatan jumlah spesies baru yang terdeteksi menjadi semakin sedikit setelah luas area inventarisasi mencapai luasan 0.02 Ha (8 plot) terutama pada plot hutan sekunder umur 1 tahun. Seluruh hasil perbandingan jumlah populasi dan spesies kumulatif mengkonfirmasi hasil temuan analisis ANOVA mengenai dinamika pertumbuhan populasi pohon tingkat pancang hutan tebangan. Baik analisis Kurva kumulatif dan ANOVA mengindikasikan bahwa populasi tingkat pancang akan berkembang dengan pesat jika beberapa pohon pada hutan primer ditebang.

B. Dinamika spesies pohon pada tingkat tiang

Hasil analisis ANOVA dampak TPTI terhadap dinamika populasi dan diversitas hutan di Papua bagian selatan pada tingkat tiang disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. ANOVA dampak TPTI terhadap dinamika populasi dan diversitas hutan di Papua bagian selatan pada tingkat tiang

Table 2. ANOVA impact of TPTI on population dynamics and forest diversity in southern part of Papua at pole level

Tingkat tumbuh <i>Level grows</i>	Variable <i>Variable</i>	F	P	Rerata (x) <i>Average (x)</i>		
				Sekunder 3 tahun <i>Secondary 3 years</i>	Sekunder 1 tahun <i>Secondary 1 years</i>	Primer <i>Primary</i>
Tiang	N	33,55	0,00*	3,05a	1,80b	0,20c
	Diversitas	34,62	0,00*	1,80a	1,35a	0,10b

Keterangan (*remark*): Tanda (*) menunjukkan bahwa dinamika populasi dan diversitas antar tipe hutan tebangan berbeda pada $\alpha=0,05$. Perbedaan notasi huruf pada kolom rerata menunjukkan bahwa rerata yang dibandingkan berbeda nyata pada $\alpha=0,05$ setelah dilakukan uji lanjutan Tukey-Kramer.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada dinamika tingkat tiang, nilai P pada taraf uji $\alpha=0,05$ menunjukkan nilai mendekati nilai 0. Adapun nilai F dan P untuk Populasi tingkat tiang adalah 33,55 dan 0,00 sedangkan untuk diversitas tingkat tiang adalah 34,62 dan 0,00. Hal ini menunjukkan bahwa dinamika populasi dan diversitas pohon pada tingkat tiang cenderung terus berubah setiap tahunnya.

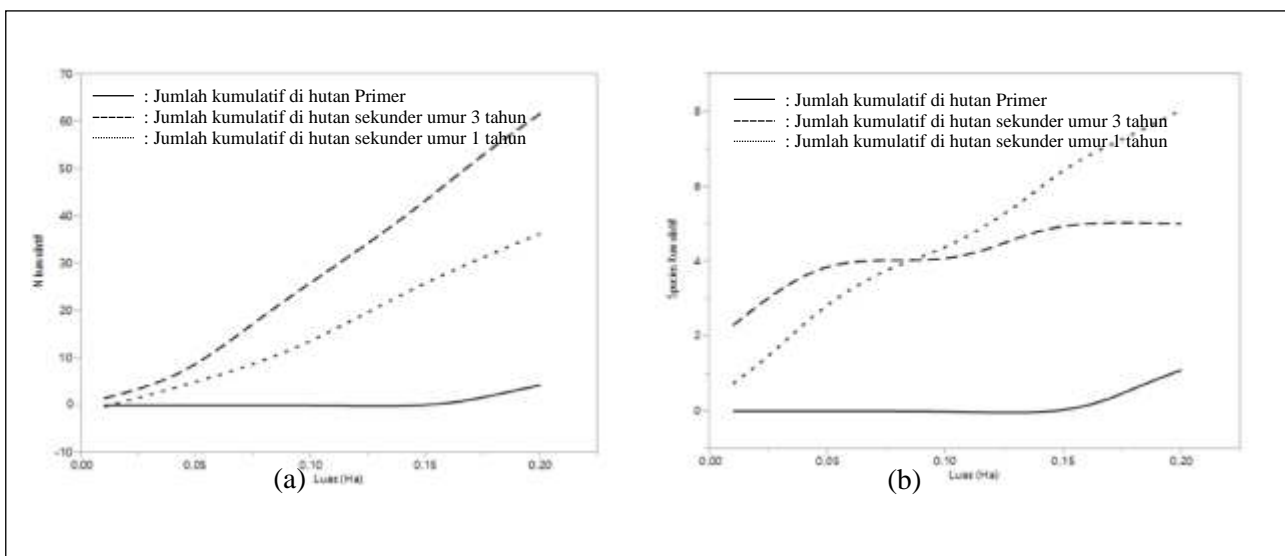
Dinamika ini serupa dengan apa yang terjadi pada hutan tebangan di tingkat pancang dimana jumlah dan diversitasnya terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur hutan sekunder.

Hasil analisis Tukey-Kramer pada $\alpha=0,05$ membuktikan pada tingkat tiang bahwa populasi dan diversitas pohon hutan sekunder umur 3 tahun (N= 3,05; diversitas= 1,80) secara

nyata lebih tinggi dari hutan primer ($N=0,20$; diversitas=0,10) dan lebih tinggi populasinya dari hutan sekunder umur 1 tahun ($N=1,80$; diversitas1,35). Dinamika seperti ini hampir serupa dengan yang terjadi pada tingkat pancang dimana hutan sekunder umur 3 tahun memiliki nilai diversitas dan populasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan lainnya.

Meskipun memiliki pola dinamika yang hampir sama dengan tingkat pancang, nilai diversitas pohon tingkat tiang pada tegakan hutan sekunder umur 3 tahun tidak berbeda

nyata dengan diversitas pohon tegakan sekunder umur 1 tahun. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh penerapan RIL pada kegiatan tebangan dimana jumlah kerusakan tegakan tinggal, dalam hal ini pohon tingkat tiang menjadi minimal (Sist & Bertault, 1998). Kerusakan yang minimal pada tingkat tiang menjaga kemampuan spesies pohon tingkat tiang yang sudah ada serta meningkatkan peluang pohon pada tingkat pancang untuk tumbuh ke fase tiang sesaat setelah tebangan (Oliver & Larson, 1996).



Gambar 4. (a) Kurva populasi kumulatif tingkat tiang (b) Kurva spesies kumulatif tingkat tiang
Figure 4. (a) The cumulative population curve poles level (b) cumulative species curves poles level

Dinamika populasi dan diversitas pohon berdasarkan luasannya ditunjukkan oleh Gambar 4. Gambar 4 (a) menunjukkan bahwa populasi pohon tingkat tiang yang teridentifikasi akan bertambah besar jika jumlah plot/luasannya area inventarisasi ditingkatkan. Gambar 4 (a) juga menunjukkan bahwa populasi pohon tingkat tiang terbanyak ditemukan pada tegakan hutan sekunder umur 3 tahun ($N=61$), diikuti hutan sekunder umur 1 tahun ($N=36$) dan hutan primer ($N=4$). Sama seperti tingkat pancang, kemungkinan populasi tiang yang terinventarisasi akan terus bertambah jika jumlah luasannya/plot pengamatan diperbanyak.

Gambar 4 (b) menunjukkan bahwa pola diversitas pohon tingkat tiang cenderung bertambah seiring meningkatnya jumlah plot dan luasannya area sampel. Hanya pada area hutan sekunder umur 3 tahun pola diversitas tidak berubah meskipun luasannya area inventarisasi bertambah (spesies total=5). Hingga akhir penambahan area inventarisasi diversitas tiang hutan umur 3 tahun hanya bisa mencapai setengah dari nilai nilai diversitas hutan sekunder umur 1 tahun (spesies total=8).

Jika dilakukan pengamatan menyeluruh pada tingkat pancang dan tiang, perbedaan tren pada kurva diversitas pohon pada tingkat pancang dan tiang mungkin disebabkan oleh

perbedaan kemampuan spesies pohon merespon perubahan lingkungan akibat kegiatan pembukaan lahan. Kegiatan pembukaan lahan biasanya memberikan ruang kompetisi baru untuk pohon di strata bawah untuk mendapatkan cahaya dan lebih banyak unsur hara (Curran *et al.*, 1999, Daniel *et al.*, 1979). Meskipun sama-sama mendapatkan keuntungan dari pembukaan lahan, kemampuan spesies- spesies pohon di tegakan hutan untuk tumbuh menjadi tiang dan pohon dewasa cenderung berbeda (Pallardy, 2010). Karena keterbatasan kemampuan pertumbuhan ini, beberapa pohon yang ditemukan banyak pada level pancang, sedikit ditemukan tumbuh pada level tiang.

Hasil analisis keseluruhan kurva analisis dan ANOVA membuktikan bahwa perlakuan TPTI berimbang pada dinamika populasi dan diversitas pohon hutan tebangan. Kedua analisis membuktikan bahwa jumlah populasi dan spesies pohon hutan alam Papua akan meningkat sesaat setelah ditebang dengan sistem TPTI. Pada hutan alam Papua bagian selatan, ledakan populasi dan diversitas pada tingkat pancang dan tiang terjadi setahun setelah hutan ditebang. Meskipun demikian, ledakan populasi tingkat tiang dan pancang tidak berlanjut di tahun ke 3. Berhentinya ledakan populasi mungkin disebabkan pada tahun ketiga, hutan sekunder mulai memasuki tahap peralihan dari *stem initiation stage* ke *stem exclusion stage*. Pada tahap peralihan ini, beberapa pancang dan tiang pohon-pohon pada hutan tebangan akan mengalami perlambatan pertumbuhan, bahkan di beberapa spesies pohon akan mengalami penurunan populasi meskipun secara statistik jumlah spesies masih relatif sama (Oliver & Larson, 1996).

Data tambahan mungkin masih diperlukan untuk menggunakan hasil penelitian ini sebagai referensi utama evaluasi hutan Papua. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk melingkupi hasil penelitian ini. Terutama penelitian yang membahas dampak TPTI terhadap diversitas jenis pohon non komersil, tumbuhan lain atau fauna hutan di Papua bagian selatan. Penambahan data dari hutan sekunder dengan umur lebih dari 3 tahun mungkin bisa

melengkapi informasi dinamika spesies komersil pada jangka menengah dan jangka panjang.

Penelitian ini menginformasikan bahwa jumlah populasi dan diversitas pohon komersil hutan sekunder meningkat setelah sesaat ditebang dengan TPTI. Hal ini mengindikasikan bahwa pada tingkat tiang dan pancang, perlakuan TPTI memberikan dampak yang positif terhadap peningkatan populasi dan diversitas. Perawatan dan pengawasan lebih lanjut mungkin perlu dilakukan untuk menjaga diversitas dan jumlah populasi tetap tinggi hingga hutan sekunder siap ditebang lagi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa dalam jangka pendek, TPTI berdampak positif terhadap populasi dan diversitas pohon komersil pada tingkat pancang dan tiang. Pada tingkat pancang, jumlah populasi dan diversitas pohon komersil terus bertambah hingga akhir pengamatan. Sedangkan untuk tingkat tiang, penambahan diversitas cenderung menurun 3 tahun setelah kegiatan tebangan. Untuk tetap menjaga diversitas hutan sekunder pasca TPTI, perawatan dan pengawasan lebih lanjut pada hutan sekunder masih perlu dilakukan.

A. Saran

Meskipun hasil penelitian ini menginformasikan bahwa TPTI berdampak positif terhadap diversitas hutan Papua, penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk menganalisis dampak TPTI di Papua karena penelitian ini dilakukan pada jangka waktu yang pendek sedangkan dampak TPTI terhadap dinamika spesies komersil jangka menengah dan jangka panjang masih belum diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Cannon, C. H., Peart, D. R. & Leighton, M. 1998. *Tree species diversity in commercially logged Bornean rainforest*. Science, 281, 1366-1368

- Cannon, C. H., Peart, D. R., Leighton, M. & Kartawinata, K. 1994. *The structure of lowland rainforest after selective logging in West Kalimantan, Indonesia*. Forest Ecology and Management, 67, 49-68.
- Curran, L. M., Caniago, I., Paoli, G., Astianti, D., Kusneti, M., Leighton, M., Nirarita, C. & Haeruman, H. 1999. *Impact of El Nino and logging on canopy tree recruitment in Borneo*. Science, 286, 2184-2188.
- Daniel, T. W., Helms, J. A. & Baker, F. S. 1979. *Principles of silviculture*, McGraw-Hill Book Company.
- Davis, A. J. 2000. *Does reduced-impact logging help preserve biodiversity in tropical rainforests A case study from Borneo using dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) as indicators*. Environmental Entomology, 29, 467-475.
- El Halim, R., Hastanti, B. W. & Brack, C. L. 2015. *The Impact Of Tpti Regime On Commercial Tree Spesies Conditions On West Papua's Natural Forest*. In: Lowe, A., Cheoul, K. Y., Rimbawanto, A., Leksono, B., Widyatmoko, A. Y. P. B. C. & Nirsatmanto, A. (Eds.) International Seminar On Challenges Of Sustainable Forest Plantation Development. Yogyakarta: Centre For Forest Biotechnology And Tree Improvement Research Ministry Of Environment And Forestry Of Indonesia.
- Hardus, M. E., Lameira, A. R., Menken, S. B. J. & Wich, S. A. 2012. *Effects of logging on orangutan behavior*. Biological Conservation, 146, 177-187.
- Marshall, A. J. & Beehler, B. M. 2007. *Ecology of Indonesian Papua Part Two*. Tuttle Publishing.
- Oliver, C. D. & Larson, B. C. 1996. *Forest stand dynamics*. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Pallardy, S. G. 2010. *Physiology of woody plants*, San Diego, Academic Press.
- Sist, P. & Bertault, J. 1998. *Reduced-impact logging experiments: impact of harvesting intensities and logging techniques on stand damage*.
- Sist, P., Dykstra, D. & Fimbel, R. 1998. *Reduced-impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forests in Indonesia*, CIFOR.
- Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K. & Priyadi, H. 2003. *Reduced-impact logging in Indonesian Borneo: some results confirming the need for new silvicultural prescriptions*. Forest Ecology and Management, 179, 415-427.
- Suryatmojo, H., Masamitsu, F., Kosugi, K. & Mizuyama, T. 2011. *Impact of selective logging and an intensive line planting system on runoff and soil erosion in a tropical Indonesian rainforest*. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 146, 288-300.
- Yasman, I. 1998. *Improving silvicultural techniques for sustainable forest management in Indonesia*. Research in tropical rain forests: Its challenges for the future. Tropenbos.

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK DAUN *Tilia kiusiana*

(Activity Assay of *Tilia kiusiana* Leaf Extract)

Amalia Indah Prihantini¹ & Sanro Tachibana²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu,
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan,

Jl. Dharma Bhakti No.7, Langko, Lingsar, Lombok Barat, NTB 83371, Telp/Fax. (0370) 6573841

²Department of Applied Bioscience, Faculty of Agriculture, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama,
Ehime, 790-8566, Japan

E-mail : amaliaindah2@gmail.com

ABSTRACT

*There are many of the world's biodiversity has not been evaluated for any biological activity. To explore the pharmacological potency of nature, the present study investigated antioxidant activity assay of *Tilia kiusiana*, a Japanese lime tree. Methanolic leaf extract of *T. kiusiana* was used to analyze the antioxidant assays. The result showed that the extract had moderate activity on antioxidant assays such as DPPH radical scavenging activity ($IC_{50} 232.76 \pm 1.13 \mu\text{g/mL}$), reducing power ($53.33 \pm 1.57 \text{ mg QE/g dry extract}$); hydrogen peroxide ($304.49 \pm 4.57 \mu\text{g/mL}$), and β -karoten ($45.80 \pm 1.68 \mu\text{g/mL}$). The Total Phenolic Content (TPC) revealed that the extract had low values for gallic acid, quercetin, and rutin equivalents ($49.29 \pm 3.82 \text{ mg QE/g dry extract}$; $36.57 \pm 3.01 \text{ mg QE/g dry extract}$; $90.44 \pm 7.23 \text{ mg QE/g dry extract}$, respectively). In conclusion, the present study supported the investigation on discovery and resupply of pharmacological active plant-derived natural products.*

*Keywords : *T. kiusiana*, antioxidant activity, leaf extract*

ABSTRAK

Saat ini masih banyak biodiversitas-biodiversitas di dunia yang belum diketahui kemampuan bioaktifnya. Untuk mengetahui potensi farmakologi dari sumber-sumber daya alam tersebut, penelitian ini mempelajari aktivitas antioksidan dari tanaman *Tilia kiusiana*, pohon jeruk dari Jepang. Ekstrak metanol dari daun *T. kiusiana* digunakan untuk menganalisis aktivitas antioksidannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas pada uji-uji antioksidan seperti penghambatan radikal DPPH ($IC_{50} 232,76 \pm 1,13 \mu\text{g/mL}$), uji kemampuan reduksi ($53,33 \pm 1,57 \text{ mg QE/g ekstrak}$); uji hidrogen peroksida ($304,49 \pm 4,57 \mu\text{g/mL}$), and uji pemudaran β -karoten ($45,80 \pm 1,68 \mu\text{g/mL}$). Total kandungan senyawa fenolik (TPC) menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki nilai yang rendah untuk kandungan setara asam galat ($49,29 \pm 3,82 \text{ mg QE/g ekstrak}$), kuersetin ($36,57 \pm 3,01 \text{ mg QE/g ekstrak}$), dan rutin ($90,44 \pm 7,23 \text{ mg QE/g ekstrak}$). Dapat disimpulkan bahwa *T. kiusiana* dapat dipertimbangkan sebagai sumber alternatif obat-obatan alami.

Kata kunci: *T. kiusiana*, aktivitas antioksidan, ekstrak daun

I. PENDAHULUAN

Beberapa penyakit kronis seperti penyakit hati, stroke, kanker, diabetes melitus merupakan penyakit yang paling menyebabkan kematian, sehingga memerlukan perhatian yang serius untuk mengatasinya. Sementara itu, untuk mengobati penyakit-penyakit pada manusia, pemanfaatan produk yang diekstraksi

dari sumberdaya alam menjadi hal menarik dan layak untuk dipertimbangkan. Lebih dari 80% kandungan obat yang tergabung dalam program penemuan obat di masa lalu dilaporkan berasal dari bahan-bahan di alam (Newman & Cragg, 2016; Harvey, 2008; Ortholand & Ganesan, 2004). Hampir separuh dari obat yang ditemukan sejak tahun 1981

hingga 2014 berasal dari bahan alam (Newman & Cragg, 2016). Berdasarkan publikasi penelitian terkini, terdapat 38 jenis obat yang berasal dari bahan alam dan diterima sebagai obat sejak tahun 2000 hingga 2010 yang berfungsi untuk berbagai indikasi penyakit, antara lain 15 obat untuk penyakit infeksi, 7 obat untuk *oncology*, *neurological disease*, 4 obat untuk *metabolic disorder*, dan 1 untuk diabetes (Brahmachari, 2012). Oleh karena itu, penelitian yang mendalam untuk penemuan dan persediaan obat-obatan alami menjadi sangat penting dilakukan. Obat-obatan alami dapat diperoleh dari sumber-sumber daya alam seperti makanan, tanaman, jamur, hewan, dan organisme laut (Prihantini *et al.*, 2014; Gurnani *et al.*, 2014).

Sumber daya alam di dunia sangat beragam dan memiliki potensi yang tinggi sebagai sumber obat. Banyak obat-obatan tradisional kuno yang diekstrak dari pohon dan tanaman sebagai contoh, morfin sebagai obat analgesik dari tanaman opium, senyawa kuinin antimalarial dari kulit pohon kina, dan obat anti malaria artemisinin dari *Artemisia annua*, serta combrestatin sebagai senyawa utama untuk obat antikanker yang diisolasi dari ekstrak pohon willow Afrika (Patrick, 2001). Penemuan obat-obatan lainnya dari bahan alam antara lain obat anti kanker seperti podophyllotoxin dari tanaman *Podophyllum peltatum*, camptothecin dari tanaman *Camptotheca acuminata*, serta paclitaxel dari tanaman *Taxus brevifolia* (Gurnani *et al.*, 2014). Evaluasi kemampuan bioaktif dari 14 tanaman sub tropis pun telah dilakukan pada penelitian kami sebelumnya (Prihantini *et al.*, 2014). Meskipun telah ditemukan banyak senyawa potensi obat dari alam dan telah dilakukan studi analisis bioaktivitas dari beragam ekstrak tanaman, masih banyak biodiversitas di dunia ini yang belum dievaluasi aktivitas biologisnya sebagai potensi obat.

Tilia kiusiana merupakan tanaman dari famili *Tiliaceae* yang tumbuh tegak dengan lambat dan menggugurkan daunnya pada musimnya. Daunnya berwarna hijau muda, bulat telur dengan tepi bergerigi dan menguning di musim gugur sebelum mulai berguguran.

Hingga saat ini, belum banyak referensi yang melaporkan kemampuan bioaktivitas dari tanaman tersebut. Methanol ekstrak dari *T. kiusiana* telah dilaporkan memiliki aktivitas sitotoksik terhadap sel P388. Adapun senyawa-senyawa yang diisolasi dari *T. kiusiana* memiliki aktivitas sitotoksik terhadap *human promyelocytic leukemia cells* (Shimada *et al.*, 2014). Namun, informasi mengenai kemampuan aktivitas antioksidan dari *T. kiusiana* belum dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mempelajari tentang aktivitas antioksidan dari ekstrak daun *T. kiusiana*, tanaman khas Kyushu, Jepang bagian selatan, sehingga dapat memberikan tambahan informasi dalam dunia farmasi dan upaya penemuan obat-obatan alami baru.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan Penelitian

Daun *T. kiusiana* diperoleh di kebun koleksi tanaman Ehime University. Kuersetin, asam galat, rutin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), -karoten, hidrogen peroksida (H₂O₂), asam linoleat, Tween40, kalium ferisianida (K₃[Fe(CN)₆]), dan asam trikloroasetat yang digunakan merupakan produksi Wako Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Jepang. Pereaksi Folin-Ciocalteu yang digunakan merupakan produksi Sigma Aldrich, Jepang.

B Penyiapan Ekstrak

Sebanyak 300 gr daun *T. kiusiana* yang segar dan sehat dikeringkan pada suhu ruang, dihancurkan, dan diekstrak dengan metode maserasi menggunakan metanol selama 2 hari. Ekstrak metanol yang dihasilkan kemudian disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu sekitar 40^oc untuk mendapatkan ekstrak kasar yang pekat. Proses ekstraksi tersebut diulang sebanyak 2 kali hingga ekstrak metanol yang diperoleh berwarna cerah atau transparan. Ekstrak kasar yang telah pekat kemudian dikeringkan dan ditimbang.

C. Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan uji penghambatan radikal bebas DPPH, uji kemampuan reduksi, uji hidrogen peroksida, uji pemudaran β -karoten, dan total kandungan fenol.

Uji penghambatan radikal bebas DPPH

Uji penghambatan radikal DPPH dilakukan dengan menggunakan metode Yen and Chen (1995) dengan sedikit modifikasi. Sampel dalam pelarut metanol pada berbagai konsentrasi dicampur dengan 0,5 mL dari 1 mM radikal bebas DPPH dalam metanol. Larutan yang sama disiapkan tanpa sampel yang akan digunakan sebagai kontrol. Pengukuran absorbansi (A) dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm setelah inkubasi larutan pada ruang gelap selama 30 menit. Kuersetin digunakan sebagai standar positif. Persentase aktivitas penangkapan radikal bebas dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Persentase aktivitas penangkapan (\%)} = \frac{(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}})}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Uji kemampuan reduksi

Uji kemampuan reduksi dilakukan berdasarkan metode Yen dan Chen (1995) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 0,5 mL sampel dengan berbagai konsentrasi dalam metanol dicampur dengan buffer fosfat (2,5 mL; 0,2 M; pH 6,6) dan kalium ferisianida (2,5 mL). Asam trikloroasetat (2,5 mL; 10%) ditambahkan pada campuran setelah 20 menit inkubasi pada suhu 50°C. Campuran tersebut kemudian disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Lapisan atas larutan (2,5 mL) dicampur dengan air suling (2,5 mL) dan larutan besi klorida (0,5 mL; 0,1%). Absorban diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 700 nm. Nilai uji dihitung dengan satuan ekuivalen kuersetin.

Uji hidrogen peroksida

Uji hidrogen peroksida dilakukan

berdasarkan metode Ruch *et al.*, (1989) dengan sedikit modifikasi. Sampel dengan bervariasi konsentrasi dicampur dengan buffer fosfat basa (pH 7.4) hingga 3,4 mL. Sebanyak 0,6 mL dari 40 mM hidrogen peroksida ditambahkan ke dalam campuran tersebut dan dibiarkan selama 10 menit. Absorban dari campuran tersebut diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 230 nm.

Uji pemudaran β -karoten

Uji pemudaran β -karoten dilakukan menggunakan metode Jayaprakasha *et al.*, (2001) dengan sedikit perubahan. Sebanyak 0,2 mg β -karoten, 20 mg linoleic acid, dan 200 mg Tween 40 dicampur dengan kloroform. Setelah tercampur, kloroform diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu 40°C. Campuran yang dihasilkan kemudian dilarutkan dengan air suling dan dikocok dengan perlahan hingga 50 mL. Sebanyak 4,8 mL dari campuran tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang terdiri dari beragam konsentrasi sampel dan metanol sebagai kontrol. Campuran yang serupa dibuat tanpa β -karoten dan digunakan sebagai background sampel. Tabung reaksi berisi campuran tersebut kemudian didiamkan pada suhu 50°C selama 2 jam. Absorban pada 0 menit dari kontrol (A_0) dan sampel (A_t) diukur pada panjang gelombang 470 nm. Setelah 120 menit, absorban kontrol (\dot{A}_0) dan sampel (\dot{A}_t) diukur kembali. Nilai aktivitas dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai aktivitas (\%)} = \frac{100[1 - (A_0 - A_t) / (\dot{A}_0 - \dot{A}_t)]}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (2)$$

Uji total kandungan fenol

Uji total kandungan fenol dari ekstrak tanaman dilakukan menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu sesuai dengan metode Singleton *et al.* (1999). Sebanyak 500 μ L ekstrak (1,0 mg/mL) ditambah air suling hingga 8 mL, kemudian dicampur dengan 500 μ L pereaksi Folin Ciocalteu (2N). Campuran tersebut dibiarkan selama 8 menit kemudian ditambahkan 1,5 mL natrium karbonat 20% dan dibiarkan pada suhu ruang selama 2 jam.

Absorban diukur pada panjang gelombang 765 nm dan nilai kandungan fenol dihitung menggunakan kurva kalibrasi yang diperoleh dari berbagai konsentrasi asam galat, kuersetin, dan rutin sebagai standar.

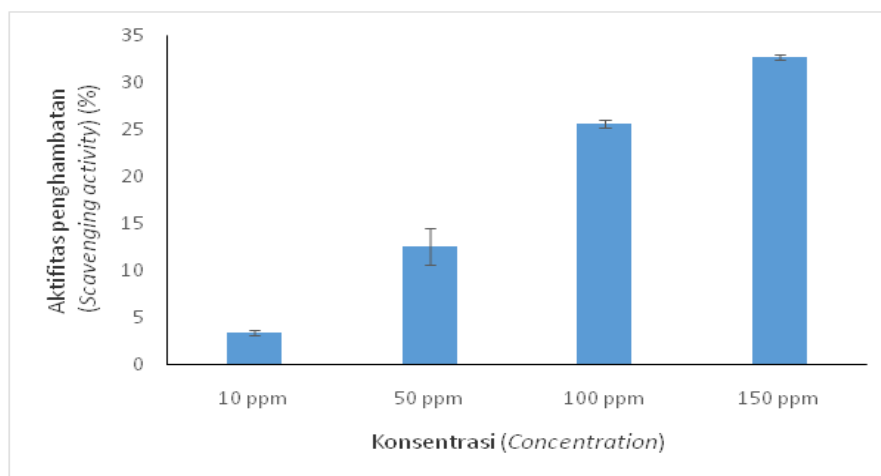
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa uji antioksidan dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari ekstrak daun *T. kiusiana*. Metode-metode pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang akurat terhadap penentuan potensi ekstrak sebagai antioksidan. Hal tersebut dikarenakan bahwa kandungan senyawa-senyawa kimia di alam sangatlah kompleks, sehingga dibutuhkan tidak hanya satu pengujian antioksidan, namun beberapa pengujian antioksidan (Chanda & Dave, 2009). Sebanyak empat metode pengujian antioksidan digunakan dalam penelitian ini, yaitu uji penghambatan radikal bebas DPPH, kemampuan reduksi, hidrogen peroksida, dan pemudaran β -karoten. Selain itu, analisis total kandungan fenol pun dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kandungan fenol dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak *T. kiusiana*.

A. Uji penghambatan radikal bebas DPPH

Aktivitas antioksidan dari suatu tumbuhan ditandai dengan salah satunya adalah kemampuannya untuk menangkap radikal bebas. Kemampuan dalam menangkap radikal bebas ini dapat diketahui melalui uji penghambatan radikal bebas DPPH. DPPH adalah radikal bebas yang stabil dan banyak digunakan untuk mengevaluasi kemampuan penangkapan radikal bebas. Penangkapan radikal bebas tersebut ditandai dengan pemudaran warna ungu yang merupakan warna radikal DPPH. Molekul-molekul antioksidan dalam ekstrak dapat menurunkan radikal dengan memberikan elektronnya, sehingga terjadi pemudaran warna larutan uji menjadi warna yang lebih cerah yang menandakan terbentuknya molekul stabil 2,2-diphenyl-1-hydrazine (Nithya & Madhavi, 2017). Molekul yang telah stabil tersebut menghasilkan penurunan absorban pada panjang gelombang 517 nm. Jika aktivitas antioksidan sangat tinggi, warna akan berubah menjadi kuning terang. Dengan demikian, semakin terang warna larutan, maka semakin besar penurunan absorban yang mengindikasikan bahwa kemampuan antioksidan yang tinggi.

Ekstrak daun *T. kiusiana* menunjukkan aktivitas penghambatan radikal DPPH yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak (Gambar 1).



Gambar 1. Aktivitas penghambatan radikal DPPH dari ekstrak *T. kiusiana* pada berbagai konsentrasi

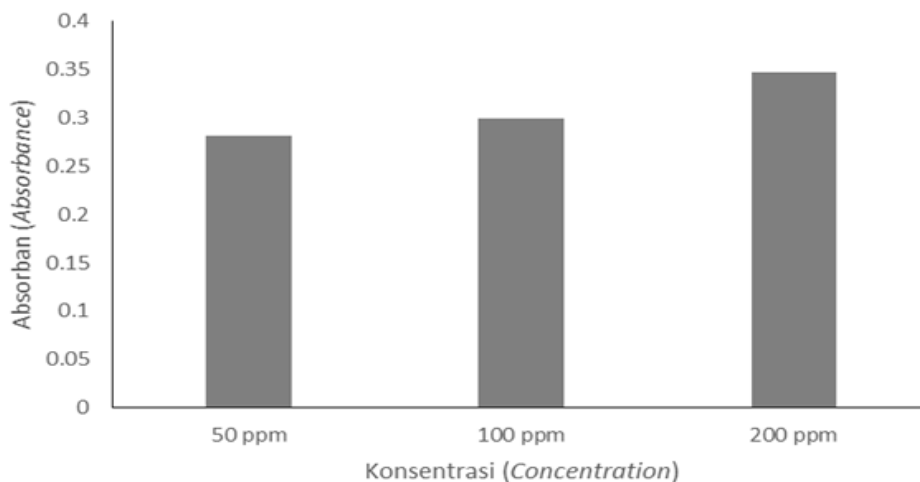
Figure 1. DPPH radical scavenging activity of *T. kiusiana* extract at several concentrations

Aktivitas uji dinilai dalam IC_{50} yang menerangkan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat radikal bebas sebanyak 50%. Dengan demikian, semakin rendah nilai IC_{50} berarti semakin tinggi kemampuan antioksidannya. Nilai IC_{50} dari ekstrak daun *T. kiusiana* adalah $232,76 \pm 1,13$ $\mu\text{g/mL}$. Nilai tersebut lebih tinggi dari kuersetin sebagai standar ($7,4 \pm 0,10$ $\mu\text{g/mL}$), yang mengindikasikan aktivitas penghambatan

radikal bebas DPPH ekstrak daun *T. kiusiana* lebih rendah dibandingkan kuersetin sebagai standar positif. Meskipun demikian, ekstrak daun *T. kiusiana* memiliki aktivitas antioksidan.

B. Uji kemampuan reduksi

Mengukur kemampuan reduksi merupakan salah satu metode pengujian antioksidan.



Gambar 2. Aktivitas kemampuan mereduksi dari ekstrak *T. kiusiana* pada berbagai konsentrasi
Figure 2. Reducing power activity of *T. kiusiana* extract at several concentrations

Uji kemampuan mereduksi ini secara signifikan merefleksikan aktivitas antioksidan dimana ekstrak dengan kemampuan mereduksi yang tinggi artinya memiliki kemampuan yang tinggi dalam memberikan elektronnya untuk menetralkan radikal bebas. Dalam pengujian tersebut, keberadaan antioksidan dalam ekstrak akan mereduksi Fe^3 menjadi Fe^{2+} dengan mendonasikan elektronnya (Ebrahimzadeh *et al.*, 2010). Pada pengujian ini, kemampuan mereduksi ekstrak daun *T. kiusiana* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak (Gambar 2). Nilai kemampuan mereduksi dari ekstrak *T. kiusiana* adalah $53,33 \pm 1,57$ mg QE/g ekstrak. Nilai tersebut dinyatakan dalam kesetaraan dengan kuersetin (*Quercetin Equivalen/QE*).

B. Uji Hidrogen Peroksida

Untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan, kemampuan ekstrak dalam menetralkan hidrogen peroksida pun menjadi penting untuk diketahui. Meski hidrogen peroksida tidak begitu reaktif, namun hidrogen peroksida mampu meningkatkan level hidroksil radikal di sel dan menyebabkan sitotoksitas (El-Haci *et al.*, 2013). Aktivitas penangkapan hidrogen peroksida merefleksikan kemampuan ekstrak untuk mendonasikan elektronnya kepada hidrogen peroksida (H_2O_2) dan menetralkannya menjadi air (Ebrahimzadeh *et al.*, 2010). Nilai IC_{50} uji H_2O_2 dari ekstrak daun *T. kiusiana* adalah $304,49 \pm 4,57$ $\mu\text{g/mL}$ (Tabel 1). Nilai tersebut lebih tinggi dari asam galat sebagai

standar ($52,16 \pm 0,24 \mu\text{g/mL}$), yang mengindikasikan aktivitas penetralan hidrogen

peroksida dari ekstrak daun *T. kiusiana* lebih rendah dibandingkan asam galat.

Tabel 1. Nilai IC₅₀ Uji Pemudaran –Karoten dan H₂O₂ dari ekstrak *T. kiusiana*
Table 1. IC₅₀ value of –Carotene Bleaching Assay and Hydrogen Peroxide Assay of *T. Kiusiana* extract

Sampel (Sample)	IC ₅₀ pada Uji H ₂ O ₂ (IC ₅₀ on H ₂ O ₂ assay) ($\mu\text{g/mL}$)	IC ₅₀ pada Uji Pemudaran –Karoten (IC ₅₀ on –Carotene bleaching assay) ($\mu\text{g/mL}$)
T. kiusiana (<i>T.kiusiana</i>)	304,49±4,57	45,80±1,68
Asam galat (<i>Gallic acid</i>)	52,16±0,24	65,93±3,85

C. Uji Pemudaran –karoten

Dalam pengujian antioksidan, –karoten biasa digunakan untuk mengetahui kemampuan antioksidan suatu ekstrak atau senyawa dalam menghambat pemudaran warna –karoten. Keberadaan antioksidan akan menghambat pemudaran tersebut dengan menstabilisasi radikal bebas linoleat dan radikal bebas lainnya yang terbentuk dalam sistem pengujian yang akan menyerang ikatan rangkap dua dari –karoten yang menyebabkan pemudaran (Jayaprakasha *et al.*, 2001). Ekstrak daun *T. kiusiana* memiliki aktivitas penghambatan pemudaran –karoten dengan nilai IC₅₀ $45,80 \pm 1,68 \mu\text{g/mL}$. Nilai tersebut lebih rendah dari asam galat sebagai standar ($65,93 \pm 3,85 \mu\text{g/mL}$), yang mengindikasikan aktivitas pemudaran –karoten dari ekstrak daun *T. kiusiana* lebih tinggi dibandingkan asam galat.

Berdasarkan pengujian-pengujian antioksidan di atas, dapat diindikasikan bahwa ekstrak daun *T. kiusiana* memiliki aktivitas antioksidan. Beberapa literatur menyampaikan korelasi yang positif antara antioksidan dan kandungan fenolik (Prihantini *et al.*, 2014; Basma *et al.*, 2011, Cai *et al.*, 2004). Oleh karena itu, untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun *T. kiusiana* yang relatif sedang tersebut, diperlukan analisis total kandungan fenolik dalam ekstrak tersebut.

D. Uji Total Kandungan Fenol

Senyawa-senyawa fenolik diketahui terkandung dalam sebagian ekstrak tanaman. Senyawa fenolik telah dipertimbangkan memiliki peranan penting dalam aktivitas antioksidan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, pengukuran total kandungan fenolik perlu dilakukan dengan menggunakan kesetaraan terhadap beberapa senyawa atau standar.

Tiga senyawa yang telah diketahui sebagai antioksidan yang bagus adalah asam galat, rutin, dan quercetin (Sajeeth *et al.*, 2010; Tadera *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2009). Asam galat dan kuersetin merupakan senyawa yang biasa digunakan dalam menilai total kandungan fenolik dalam tanaman (Chanda & Dave, 2009).

Selain kedua senyawa fenolik tersebut, dapat dipertimbangkan pula bahwa glikosida dari senyawa fenolik yang aktif antioksidan terkandung dalam ekstrak tanaman. Oleh karena itu, rutin sebagai glikosida dari kuersetin juga digunakan dalam penelitian ini.

Hasil pengujian total kandungan fenolik menunjukkan bahwa ekstrak daun *T. kiusiana* memiliki kandungan fenolik yang setara dengan asam galat, rutin, dan kuersetin secara berurutan yaitu $49,29 \pm 3,82 \text{ mg GAE/g}$; $36,57 \pm 3,01 \text{ mg RAE/g}$; $90,44 \pm 7,23 \text{ mg QAE/g}$ (Tabel 2).

Tabel 2. Total kandungan fenol dari ekstrak *T. kiusiana*
Table 2. Total phenolic content of *T. Kiusiana* extract

Ekstrak (Extract)	Total Kandungan Fenol (Total Phenolic Content)		
	GAE (mg GAE/g)	RAE (mg RAE/g)	QAE (mg QAE/g)
T. kiusiana (<i>T.kiusiana</i>)	49.29±3.82	36.57±3.01	90.44±7.23

Keterangan (remark): GAE= ekuivalen asam gallat (*Gallic acid equivalent*); RAE= ekuivalen rutin (*Rutin equivalent*); QAE= ekuivalen kuersetin (*Quercetin equivalent*)

Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Prihantini *et al.*, 2014) dimana telah dilakukan uji bioaktivitas dari ekstrak metanol dari daun tanaman-tanaman subtropis lainnya, nilai total kandungan fenol dari ekstrak daun *T. kiusiana* tersebut termasuk rendah. Rendahnya nilai total kandungan fenolik pada ekstrak daun *T. kiusiana* dapat menjelaskan aktivitas antioksidan yang tidak terlalu tinggi. Meskipun rendah akan kandungan fenolik, ekstrak daun *T. kiusiana* memiliki aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan tersebut dapat berasal dari senyawa-senyawa selain fenolik yang berpengaruh dalam aktivitas antioksidan seperti vitamin, minyak atsiri, karotenoid, alkaloid, terpenoid, protein, dan sebagainya (Basma *et al.*, 2011; Hassimoto *et al.*, 2005). Selain jenis senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak tanaman, interaksi antar senyawa baik *antagonistic* ataupun *synergetic interaction* dapat memberikan kontribusi pada aktivitas antioksidan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa dalam ekstrak metanol dari daun *T. kiusiana* memiliki aktivitas yang sedang pada uji-uji antioksidan seperti penghambatan radikal DPPH, uji kemampuan reduksi, uji hidrogen peroksida, and uji pemudaran -karoten. Kemampuan yang sedang tersebut salah satunya diindikasikan karena kandungan total senyawa fenolik yang rendah. Pada laporan penelitian ini, pertama kali disampaikan

pengujian aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol daun *T. kiusiana*. Penelitian ini juga dapat mendukung upaya penemuan dan penyediaan obat-obatan alami dari tumbuhan.

B. Saran

Untuk mengetahui potensi bioaktivitas lainnya dari *T. kiusiana*, maka perlu dilakukan pengujian bioaktivitas lain seperti uji anti bakteri, anti jamur, dan anti diabetes.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rizna Triana Dewi, Ph.D atas bantuannya dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Basma A. A., Zakaria Z., Lactha Y. L., & Sasidharan S. (2011). *Antioxidant Activity and Phytochemical Screening of The Methanol Extracts of Euphorbia hirta L.* Asian Pasific Journal of Tropical Medicine, 386-390.
- Brahmachari G. (2012). *Natural Products in Drug Discovery: Impacts and Opportunities – an Assesment.* In *Bioactive Natural Products: Opportunities and Challenges in Medicinal Chemistry*, 1st Ed., Ed., G. Brahmachari, World Scientific Publisher, Singapore, 1 - 199.
- Cai Y., Luo Q., Sun M., & Corke H. (2004). *Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with*

- anticancer. *Life Science*, 74, 2157-2184.
- Chanda A. Y. Y. & Dave R. (2009). *In vitro models for antioxidant activity evaluation and some medicinal plants possessing antioxidant properties: An overview*. *African Journal of Microbiology Research*, 3, 981-996.
- Ebrahimzadeh M. A., Nabavi S. M., Nabavi S. F., Bahramian F., Bekhradnia A. R. (2010). *Antioxidant and free radical scavenging activity of H. officinalis L. var. Angustifolius, V. Odorata, B.Hyrcana, and C.Speciosum*. *Pakistan Journal of Pharmaceutica Science*, 23(1), 29-34.
- El-Haci I. A., Bekkara F. A., Mazari W., & Gherib M. (2013). *Phenolics content and antioxidant activity of some organic extracts of endemic medicinal plant Anabis aretioides Coss. And Moq.* From Algerian Sahara, *Pharmacognosy Journal*, 5, 108-112.
- Gurnani N., Mehta D., Gupta M., & Mehta B. K. (2014). *Natural Products: Source of Potential Drugs*. *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 6(6), 171-186.
- Hassimoto N. M., Genovese M. I., Lajolo F. M. (2005). *Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables and commercial frozen pulps*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, 2928-2935.
- Harvey A. L. (2008). *Natural product in drug discovery*. *Drug Discovery Today*, 13(19/20), 894-901.
- Jayaprakasha G. K., Singh R. P., & Sakariah K. K. (2001). *Antioxidant activity of grape seed (Vitis vinifera) extracts on peroxidation models in vitro*. *Food Chemistry*, 73, 285-290.
- Li Y. Q., Zhou F.C., Gao F., Bian J.S & Shan F. (2009). *Comparative evaluation of quercetin, Isoquercetin and rutin as inhibitor of -glucosidase*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 11463-11468.
- Newman D. J. & Cragg G. M. (2016). *Natural Products as Sources of New Drugs from 1981 to 2014*, *Journal of Natural Products*, 79, 629-661.
- Nithya P. & Madhavi C. (2017). *Antioxidant activity of 3-arylidene-4-piperidones in the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl scavenging assay*. *Journal of Taibah University for Science*, 11, 40-45.
- Ortholand J. Y & Ganesan A. (2004). *Natural products and combinatorial chemistry: back to the future*. *Current Opinion in Clinical Biology*, 8, 271-280.
- Patrick, Graham. (2001). *Medicinal chemistry*. BIOS Scientific publisher. UK.
- Prihantini A. I., Tachibana S., & Itoh K. (2014). *Evaluation of Antioksidant and -Glucosidase Inhibitory Activities of Some Subtropical Plants*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 17(10), 1106-1114.
- Ruch R. J., Cheng S. J., & Klavning J. E. (1989). *Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea*. *Carcinogens*, 10, 1003-1008.
- Sajeeth C.I., Manna P.K., Manavalan R., Jolly C.I. (2010). *Quantitative estimation of gallic acid, rutin and quercetin in certain herbal plants by HPTLC method*. *Der Chemica Sinica*, 1, 80-85.
- Shimada M. Ozawa M. Iwamoto K. Fukuyama Y. Kishida A. Ohsaki A. (2014). *A lanostane triterpenoid and three cholestane sterols from Tilia kiusiana*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 62(9), 937-941.
- Singleton V. L., Orthofer R., & Raventos R. M. L. (1999). *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent*. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Tadera K., Minami Y., Takamatsu K., Matsuoka T. (2006). *Inhibition of -glucosidase and -amylase by flavonoids*. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 52, 149-153.
- Yen G. C. & Chen H. Y. (1995). *Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43, 27-32.

KONSERVASI GENETIK CENDANA BERBASIS PARTISIPASI MASYARAKAT DI DESA NUSA KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN

(Genetic conservation of sandalwood based on community participation in Nusa Village Timor Tengah Selatan District)

Sumardi¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km.15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
Email : sumardi_184@yahoo.com

ABSTRACT

Sandalwood (Santalum album Linn.) is a species that has advantages and contribution to the development of East Nusa Tenggara province. It is an important species for East Nusa Tenggara Province, but its sustainability is now threatened due to mismanagement and low success of regeneration. To avoid the occurrence of genetic degradation or even the extinction of this species is important to do genetic conservation. The community participation model for the genetic conservation of sandalwood has been piloted in the Timor Tengah Utara District of East Nusa Tenggara Province. This study aimed to analyze the success and growth of sandalwood in the model of community participation for genetic conservation strategy of sandalwood in East Nusa Tenggara. The analysis has shown that the survival rate of sandalwood in the genetic conservation with community participation model at 1 year old are 100% if planted on the yard; 90.74% if planted on the bare land; and 64.58% if planted on the land with a very close shade. Trials in 5 farmer groups showed that no significant difference between farmer groups on successful planting in the field, as indicated by similar plant life percentages. Meanwhile, The variance analysis on the growth characteristic showed that mean of high and diameter were not significantly different between treatment model of planting. The mean of height and diameter of each shading treatment were 30.13 cm and 2.97 mm if planted on the yard area; 31.49 cm and 3.25 mm if planted on the bare land; and 29.63 cm and 3.05 mm if planted on the land with a very close shade.

Keywords : conservation, genetic, sandalwood, community participation, shading

ABSTRAK

Cendana (*Santalum album* Linn.) merupakan jenis tanaman yang memiliki keunggulan dan kontribusi bagi Nusa Tenggara Timur. Cendana merupakan komoditas penting bagi Nusa Tenggara Timur, namun kelestariannya saat ini sudah terancam sebagai akibat kesalahan model pengelolaan dan rendahnya keberhasilan regenerasi di alam. Untuk menghindari terjadinya bencana degradasi genetik atau bahkan punahnya jenis tersebut maka penting dilakukan tindakan konservasi genetik jenis tersebut. Model partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi genetik cendana telah diujicobakan di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis keberhasilan dan pertumbuhan cendana model partisipasi masyarakat dalam strategi konservasi genetik cendana di Nusa Tenggara Timur. Hasil analisis menunjukkan persen hidup tanaman untuk tujuan konservasi genetik cendana umur 1 tahun dengan model partisipasi masyarakat adalah sebesar 100% jika ditanam pada lahan pekarangan; 90,74% jika ditanam pada lahan kosong; dan 64,58% jika ditanam pada lahan dengan naungan terlalu rapat. Perlakuan terhadap 5 kelompok tani yang digunakan sebagai sampel tidak menunjukkan perbedaan nyata pada keberhasilan penanaman di lapangan, yang ditunjukkan dengan persen hidup tanaman yang hampir sama. Sementara itu hasil analisis varian terhadap sifat pertumbuhan menunjukkan rerata tinggi dan diameter yang tidak berbeda

nyata antar perlakuan model penanaman. Rerata tinggi dan diameter masing-masing perlakuan masing-masing perlakuan naungan adalah sebesar 30,13 cm dan 2,97 mm jika ditanam pada lahan pekarangan; 31,49 cm dan 3,25 mm jika ditanam pada lahan kosong; dan 29,63 cm dan 3,05 mm jika ditanam pada lahan dengan naungan rapat.

Kata kunci : konservasi, genetik, cendana, partisipasi masyarakat, naungan

I. PENDAHULUAN

Cendana (*Santalum album* Linn.) merupakan jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena kandungan minyak esensial pada kayu terasnya (Srinivasan *et al.*, 1992 dalam Barret & Fox, 1997). Di Indonesia, cendana merupakan tanaman endemik wilayah Nusa Tenggara Timur (Bano, 2001). Tingginya nilai ekonomi cendana berdampak kurang menguntungkan bagi kelangsungan jenis ini di alam (Sumardi, *et al.*, 2015). Eksploitasi untuk mendapatkan keuntungan berlebih dari pemanenan kayu cendana dilakukan sejak lama dan puncaknya terjadi pada tahun 1996 (Bano, 2001). Pemanenan kayu cendana tanpa diimbangi dengan tindakan penanaman kembali berakibat pada degradasi populasi jenis ini di alam dan degradasi populasi kemungkinan besar juga berakibat pada degradasi keragaman genetik (Sumardi, *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian keragaman genetik cendana tahun 2015 pada areal produksi benih (APB), tanaman rehabilitasi CSR dan KHDTK di Nusa Tenggara Timur menunjukkan nilai rerata sebesar 0,1558 dan keragaman antar ketiga tegakan tersebut sebesar 0,0090 (Purwiasuti, Indrioko, & Faridah, 2016). Hasil penelitian tersebut menunjukkan begitu rendahnya keragaman genetik cendana saat ini di Nusa Tenggara Timur. Keragaman genetik memegang peran penting pada upaya pemuliaan dan kelestarian di alam.

Keragaman genetik rendah kemungkinan akan berdampak pada terjadinya perkawinan kerabat (*inbreeding*) dan perkawinan sendiri (*selfing*) yang akan menurunkan kualitas genetik tanaman pada generasi berikutnya (Kartikawati & Sumardi, 2017). Hal tersebut akan mengganggu laju regenerasi cendana di

Nusa Tenggara Timur karena biji yang dihasilkan dari perkawinan *inbreeding* dan *selfing* umumnya memiliki persen dan kemampuan bertahan hidup lebih kecil (Kartikawati & Sumardi, 2017). Dengan demikian perkembangan populasi cendana juga akan terganggu akibat rendahnya keragaman genetik cendana tersebut.

Tindakan konservasi terhadap cendana penting dilakukan untuk mengurangi laju degradasi populasi dan keragaman genetik di alam, meskipun saat ini cendana sudah banyak ditanam di luar habitat aslinya. Persebaran cendana melalui penanaman saat ini telah dilakukan di Pulau Jawa, Bali dan Sumatra dengan menggunakan materi genetik dari Nusa Tenggara Timur. Keberhasilan penanaman cendana di lapangan baik untuk tujuan pengayaan dan konservasi masih sangat rendah (Sumardi & Surata, 2016). Dengan demikian ujicoba penanaman dilapangan perlu dilakukan untuk menjangkau keberhasilan tindakan konservasi jenis ini di Nusa Tenggara Timur. Cendana merupakan jenis tanaman yang memiliki persyaratan tumbuh yang berbeda dari jenis tanaman kehutanan lainnya. Cendana memerlukan inang selama hidupnya, tempat tumbuh yang tidak tergenang, naungan tertentu dan pemeliharaan intensif untuk dapat tumbuh optimal (Sumardi, & Surata, 2016). Inang dibutuhkan cendana selama hidupnya untuk membantu menyerap air dan unsur hara, terutama nitrogen melalui houstonia (Bell & Adams, 2011); (Lu, Kang, Sprent, Xu, & He, 2014), karena cendana termasuk jenis tanaman semiparasit. Inang pada cendana sekaligus dapat difungsikan sebagai naungan pada pertumbuhan tahap awal (Sumardi & Surata, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis keberhasilan dan pertumbuhan cendana model partisipasi masyarakat dalam strategi konservasi genetik cendana di Nusa Tenggara Timur.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian konservasi genetik cendana berbasis partisipasi masyarakat di Nusa Tenggara Timur ini dilakukan pada bulan September 2014. Lokasi penelitian berada di Desa Nusa, Kecamatan Amanuban Barat, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Luas Desa Nusa adalah 13,94 ha dengan jumlah penduduk sebanyak 2.279 jiwa yang mayoritas memiliki mata pencaharian sebagai petani. Lokasi tersebut tidak jauh dari ibukota kabupaten Timor Tengah Selatan yakni berjarak sekitar 9 km dari pusat kota. Perjalanan ke lokasi penelitian dapat ditempuh dalam waktu 10 menit dari pusat kota dengan menggunakan kendaraan bermotor. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah mediteran, merupakan salah satu jenis tanah yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan cendana (Sumardi, Hidayatullah, Yuniati, & Victorino, 2016). Curah hujan di wilayah So'E dalam kurun waktu 25 tahun terakhir (1986-2010) masing-masing sebesar 1.673 mm pertahun (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kupang, 2011).

B. Bahan dan Peralatan

Penelitian dilakukan terhadap tanaman cendana umur 1 tahun di lapangan yang ditanam pada lahan masyarakat. Data yang dikumpulkan berupa tinggi dan diameter tanaman yang diukur menggunakan penggaris 100 cm dan kaliper digital. Untuk menentukan besarnya intensitas cahaya untuk perlakuan penelitian dilakukan dengan menggunakan lux-meter. Selain data tinggi dan diameter tanaman, penelitian juga dilakukan dengan melakukan sensus terhadap seluruh tanaman yang masih hidup

C. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan 150 tanaman yang terbagi dalam 5 kelompok tani dan 3 perlakuan naungan. Perlakuan naungan yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa naungan rapat (intensitas naungan >80%), naungan jenis pekarangan (intensitas naungan 40-50%), dan lahan kosong. Data yang dikumpulkan berupa jumlah tanaman hidup untuk mengetahui daya adaptabilitas tanaman di lapangan serta tinggi dan diameter untuk mengetahui tingkat pertumbuhan tanaman. Daya adaptabilitas tanaman di lapangan ditunjukkan dengan persen hidup tanaman, dihitung menggunakan rumus :

$$da = d/t \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

dimana, *da* : daya adaptabilitas tanaman; *d* : jumlah tanaman yang masih hidup; dan *t* : jumlah tanaman awal

Analisis varian dilakukan terhadap data tinggi dan diameter dengan menggunakan model linier :

$$Y_{ij} = \mu + B_i + E_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

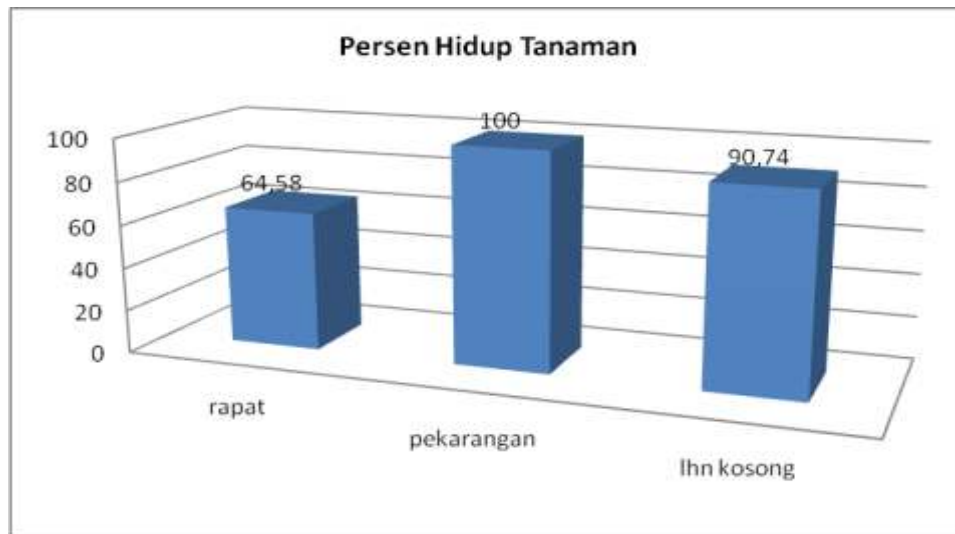
dimana, *Y_{ij}* : pengamatan pada individu pohon ke-*i* dari perlakuan ke-*j*; *μ* : rerata umum hasil pengukuran; *P_i* : pengaruh perlakuan ke-*i*; *E_{ij}* : galat hasil pengukuran.

Apabila terdapat variasi antar perlakuan yang diuji, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test-DMRT*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang diuji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya Adaptabilitas Tanaman

Daya adaptabilitas tanaman ditunjukkan oleh seberapa besar jumlah tanaman yang bertahan hidup di lapangan dibanding dengan jumlah tanaman seluruhnya yang ditanam, yang ditunjukkan dengan persen hidup tanaman di lapangan. Daya adaptabilitas tanaman cendana umur 1 tahun di lapangan dengan 3 jenis perlakuan naungan di lahan masyarakat yang diamati dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Daya adaptabilitas tanaman cendana umur 1 tahun di lapangan pada 3 jenis perlakuan naungan di lahan masyarakat

Figure 1. Adaptability of 1 year old sandalwood in the field on 3 types of shade treatment in community land

Persen hidup cendana sampai dengan umur 1 tahun di lahan masyarakat paling tinggi terlihat pada lahan dengan naungan jenis lahan pekarangan (intensitas naungan 40-50%) sebesar 100%. Pada lahan kosong terlihat sebesar 90,74% tanaman masih mampu bertahan hidup, namun pada lahan dengan naungan yang terlalu rapat (intensitas naungan >80%) hanya sebesar 64,58% yang masih bertahan hidup. Tanaman uji keturunan cendana umur 8 bulan di Kabupaten Timor Tengah Utara-NTT yang ditanam pada lahan yang sama dengan naungan yang relatif sama, tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata antar provenan dan famili yang diuji (>75%) meskipun diketahui memiliki kualitas sumber benih yang berbeda (Sumardi, Kurniawan, & Misto, 2014). Secara umum data keberhasilan penanaman cendana hanya mencapai 20 - 40% di lapangan (Surata, 2007).

Tingginya persen hidup tanaman cendana di lahan pekarangan (intensitas naungan 40-50%) kemungkinan disebabkan oleh kondisi iklim mikro yang memberikan kesempatan cendana untuk mendapatkan cahaya matahari dalam jumlah yang cukup namun juga masih cukup terlindungi dari teriknya sinar matahari. Cendana diketahui merupakan jenis tanaman

yang membutuhkan banyak cahaya untuk tumbuh dengan baik, namun pada tahap awal pertumbuhannya jenis ini masih membutuhkan naungan untuk menghindari kekeringan dan panas matahari (Sumardi, *et al.*, 2016). Hal tersebut akan berbeda dengan kondisi iklim mikro pada lahan dengan naungan terlalu rapat yang menyebabkan cendana kurang mendapatkan cahaya matahari dan pada lahan kosong yang berdampak pada tanah terlalu kering. Cendana akan mampu tumbuh lebih baik jika naungan yang digunakan untuk melindungi dari teriknya sinar matahari sekaligus dapat digunakan sebagai tanaman inang sekunder di lapangan.

Studi tentang keberhasilan penanaman cendana di Nusa Tenggara Timur sangat rendah juga diakibatkan oleh penanaman lebih banyak dilakukan pada lahan kosong yang ditumbuhi alang-alang (Sumardi & Surata, 2016). Penelitian lain yang dilakukan oleh Singh & Shankar (2007), juga menyampaikan bahwa cendana pada tahap awal pertumbuhannya sangat membutuhkan naungan, namun juga membutuhkan cahaya matahari dalam jumlah yang cukup untuk mendapatkan pertumbuhan yang lebih baik.

B. Pertumbuhan Tinggi dan Diameter Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman uji untuk perlakuan naungan sangat rapat (intensitas naungan >80%) bervariasi antara 16 - 49 cm dengan diameter antara 2,00 - 4,41 mm. Sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman pada perlakuan naungan jenis pekarangan (intensitas naungan 40-50%) bervariasi antara 13 - 56 cm dengan diameter antara 1,20 - 4,80 mm. Sementara untuk pertumbuhan tinggi pada perlakuan tanpa naungan atau lahan kosong bervariasi antara 15 - 49 cm dengan diameter antara 1,44 - 5,15 mm.

Rerata tinggi masing-masing perlakuan naungan adalah sebesar 30,13 cm jika ditanam pada lahan pekarangan; 31,49 cm apabila ditanam pada lahan kosong; dan 29,63 cm jika ditanam pada lahan dengan naungan rapat. Sementara untuk rerata diameter masing-masing perlakuan naungan adalah sebesar 2,97 mm jika ditanam pada lahan pekarangan; 3,25 mm jika ditanam pada lahan kosong; 3,05 mm jika ditanam pada lahan dengan naungan rapat. Namun demikian berdasarkan analisis varian terhadap data tinggi dan diameter tanaman uji (Tabel 1.) tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan.

Tabel 1. Analisis varians tinggi dan diameter tanaman pada plot uji perlakuan naungan cendana umur 1 tahun.

Table 1. Variance analysis of plant height and diameter of 1 year old sandalwood in the field on 3 types of shade treatment in community land

Sumber variasi <i>Source variations</i>	Derajat bebas <i>Degrees are free</i>	Kuadrat tengah tinggi <i>Squares of high middle</i>	Kuadrat tengah diameter <i>Square square diameter</i>
Perlakuan <i>Treatment</i>	2	39,088 ^{ns}	1,014 ^{ns}
Galat <i>Error</i>	125	74,152 ^{ns}	0,559 ^{ns}

Keterangan (*remark*): ns : tidak berbeda nyata pada taraf uji 1% dan 5%
ns : *not significantly at 1% and 5% level*

Variasi pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman yang tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya penggunaan sumber benih yang sama atau kondisi ketersediaan unsur dalam tanah yang relatif sama. Dengan demikian kualitas genetik yang dimiliki oleh tanaman uji relatif sama karena berasal dari sumber benih yang sama.

Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman cendana cenderung akan berbeda secara nyata jika pertanaman uji berasal dari sumber benih berbeda yang memiliki kualitas genetik yang berbeda pula. Hal tersebut seperti disampaikan oleh hasil penelitian evaluasi uji

keturunan cendana umur 8 bulan di Kabupaten Timor Tengah Utara-NTT, yang menyatakan bahwa variasi pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman berbeda secara nyata antar provenan dan famili yang digunakan sebagai sumber materi genetik (Sumardi, *et al.*, 2014). Rerata pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman uji pada penelitian ini masih lebih rendah dibanding tanaman uji keturunan umur 8 bulan di Kabupaten Timor Tengah Utara (48,60 cm dan 4,55 mm) (Sumardi, *et al.*, 2014). Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh belum adanya tindakan pemupukan yang dilakukan oleh masyarakat untuk memacu pertumbuhan cendana di lahan mereka.

IV. KESIMPULAN

Cendana memiliki persen hidup di lapangan lebih baik bahkan mencapai 100% jika ditanam pada lahan pekarangan yang memiliki naungan yang tidak terlalu rapat yakni dengan intensitas 40-50%. Jenis ini memiliki pertumbuhan tinggi dan diameter yang hampir sama jika sumber benih yang digunakan sama, meskipun ditanam pada lahan dengan naungan yang berbeda. Pemilihan sumber benih yang baik dan benar, pemilihan naungan yang sesuai dan pemeliharaan intensif oleh masyarakat akan menghasilkan pertanaman cendana yang memiliki adaptasi tinggi dan pertumbuhan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Teknisi dan Pembantu Teknisi Stasiun Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Kupang di So'E : Yohanis Naklui, Yunus Betty dan Oktofianus Tanopo yang telah membantu kegiatan penelitian dan pengambilan data di lokasi penelitian dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bano E.T. (2001). *Peranan Cendana dalam Perekonomian NTT: Dulu dan Kini*. Berita Biologi LIPI, 5(5), 469-474.
- Barret, D. R. & Fox, J.E.D. (1997). *Santalum album: Kernel Composition, Morphological and Nutrient Characteristics of Pre-parasitic Seedlings under Various Nutrient Regimes*. Annals of Botany, 79, 59-66.
- Bell, T., & Adams, M. (2011). *Attack on all fronts: functional relationships between aerial and root parasitic plants and their woody hosts and consequences for ecosystems*. Tree Physiology, 31, 3-15.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kupang. (2011). *Data curah hujan bulanan Provinsi Nusa Tenggara Timur*.

Kupang.

- Kartikawati, N.K. & Sumardi. (2017). *Potensi perkawinan silang pada penyerbukan terbuka di kebun benih semai kayu putih di Paliyan, Gunung Kidul*. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 6(1), 41-51.
- Lu, J., Kang, L., Sprent, J., Xu, D., & He, X. (2014). *Host-species dependent physiological characteristics of hemiparasite Santalum album in association with N₂-fixing and non-N₂-fixing hosts native to southern China*. Tree Physiology, 34, 1006-1017.
- Purwiastuti, R., Indrioko, S., & Faridah, E. (2016). *Keragaman genetik cendana pada tegakan penghasil benih dan tegakan rehabilitasi di Nusa Tenggara Timur berdasarkan penanda isozim*. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan, 10(1), 23-30.
- Singh, B.K. & Shankar, P. 2007. *Status of sandalwood (Santalum album L.) in Karnataka*. In: S. Gairola, T.S. Rathore, G. Joshi, A.N.A. Kumar, & P.K. Aggarwal (eds.) Conservation, Improvement, Cultivation and Management of Sandal (Santalum album L.) (Pp. 9-13).
- Sumardi, Hidayatullah, M., Yuniati, D., & Victorino, B. A. (2016). *Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Budidaya Cendana (Santalum album Linn.) di Pulau Timor*. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 5(1), 61-77.
- Sumardi, Kurniawan, H., & Misto. (2015). *Karakteristik Pertumbuhan Cendana (Santalum album Linn.) Asal Populasi Pulau Sumba*. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 4(2), 171-177.
- Sumardi, Kurniawan, H., & Misto. (2014). *Evaluasi Uji Keturunan Cendana (Santalum album Linn.) Umur 8 Bulan Di Kabupaten Timor Tengah Utara - Nusa Tenggara Timur*. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan, 8(1), 56-68.

Surata, I. K. (2007). *Teknik Pengembangan Budidaya Cendana (Santalum album L.) di lahan Masyarakat*. Dalam S. Siran, T. Butar-Butar, A. Gintings, C. Anwar, H. Suhaendi, Pratiwi, ... I. Surata (Eds.) *Prosiding Gelar Teknologi Cendana* (hal. 1–17).

Sumardi, & Surata, I. K. (2016). *Menumbuhkan Kembali Cendana di NTT*. Dalam L. Rumboko & A. S. Raharjo (Eds.) *Cendana Nusa Tenggara Timur* (Edisi pertama, hal. 50–88). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

EFEK LAJU KARBONDIOKSIDA (CO₂) TERHADAP MORFOLOGI DAN LAJU PERTUMBUHAN POPULASI *Spirulina platensis* (Gomont)

(The Effect of Carbon Dioxide (CO₂) Rate to The Morphology and The Growth Rate of Spirulina platensis (Gomont) Population)

Lutfi Anggadhanian¹ & Andhika Puspito Nugroho²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl. Darma Bakti No 7 Ds. Langko Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat

²Jurusan Biologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada
Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Universitas Gadjah Mada, Sleman, DIY 55281
Email : anggadhanian.lutfi@gmail.com

ABSTRACT

Carbon dioxide (CO₂) pollution occurs due to the increasing of fossil fuels usage for industry and transportation. Due to the deforestation, the absorption of CO₂ by plants is reduced, resulting the increasing of CO₂ absorption by the sea. The absorption of CO₂ by the sea will lead the changes in its chemical properties and affects the marine ecosystems. *Spirulina platensis* is a cosmopolitan organism in the sea that can use inorganic carbon absorbed by the sea. This research aimed to investigate the effect of CO₂ rate on the morphology and the growth rate population of *Spirulina platensis*. The research method was a complete randomized design with three treatments in triplicate. The treatment period started in the exponential phase with the rate of CO₂ at 0.1 lpm, 0.2 lpm, and 0.4 lpm. The results showed that the given CO₂ could be used by *S. platensis* to stimulate the growth but it would shorten the growth kinetics. This is also reflected in the results of the statistical analysis that there is no significant difference ($p > 0,05$). Morphologically, the *S. platensis* response to the administration of CO₂ indicates the occurrence of cell fragmentation and lysis.

Keywords : carbon dioxide, *Spirulina*, growth rate, morphology

ABSTRAK

Pencemaran karbondioksida terjadi karena peningkatan penggunaan bahan bakar fosil untuk industri dan transportasi. Akibat terjadinya deforestasi, penyerapan karbondioksida oleh tumbuhan terrestrial berkurang, sehingga terjadi peningkatan penyerapan karbondioksida oleh laut. Penyerapan karbondioksida oleh laut akan menyebabkan perubahan sifat kimia laut yang berdampak pada ekosistem laut. *Spirulina platensis* sebagai organisme kosmopolitan yang terdapat di laut dapat menggunakan karbon anorganik yang terserap dalam laut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek laju karbondioksida terhadap morfologi dan laju pertumbuhan populasi *Spirulina platensis*. Metode penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Masa perlakuan dimulai pada fase eksponensial dengan laju karbondioksida 0,1 lpm, 0,2 lpm, dan 0,4 lpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbondioksida yang diberikan mampu digunakan oleh *S. platensis* untuk meningkatkan pertumbuhan tetapi juga akan memperpendek kinetika pertumbuhan. Hal ini juga tercermin pada hasil analisis statistiknya yang tidak ada beda nyata ($p > 0,005$). Secara morfologi, respon *S. platensis* terhadap pemberian karbondioksida menunjukkan terjadinya fragmentasi dan lisis sel.

Kata kunci : karbondioksida, *Spirulina*, laju pertumbuhan, morfologi

I. PENDAHULUAN

Karbon dioksida menjadi perhatian karena perannya sebagai gas rumah kaca. Gas ini mampu menyerap radiasi inframerah dan memiliki kontribusi terhadap terjadinya efek rumah kaca dan pemanasan global (Moreira, D. & Pries, J.C.M., 2016). Berdasarkan penelitian Sharma (2011), emisi karbon dioksida berasal dari konsumsi energi yang meningkat melalui pembakaran bahan bakar fosil untuk tenaga listrik dan transportasi.

Dewasa ini peningkatan penggunaan bahan bakar fosil dan pembukaan lahan sangat berpengaruh terhadap peningkatan emisi karbon dioksida antropogenik di atmosfer. Menurut sejarahnya, peningkatan karbon dioksida telah terjadi sejak tahun 1800 dan diperkirakan sebesar 280 ppm (Houghton *et al.* 2001) dan menjadi 401,72 ppm pada juli 2016 (NOAA, 2016). Peningkatan yang semakin cepat dari tahun ke tahun ini akan menimbulkan terjadinya polusi, karena lingkungan hanya mampu menyerap polutan dalam jumlah yang sangat terbatas. Beberapa produk dan bahan kimia berbahaya atau beracun disebut sebagai polutan yang berbahaya karena memiliki sifat toksik dan lingkungan tidak mampu mengasimilasinya (Shen, 1995).

Akibat meningkatnya karbon dioksida selama masa revolusi industri sampai sekarang menyebabkan terjadinya peningkatan penyerapan karbon dioksida di alam dan menurunkan pelepasan gas tersebut dari lingkungan. Dalam kasus yang terjadi di laut, karbon dioksida yang diemisikan akan terlarut ke dalam air laut dan tercampur ke dasar laut atau diserap oleh ekosistem terestrial (Lestari, 2016). Akibat terjadinya deforestasi maka sebagian besar karbon akan terserap ke dalam air laut. Hasil penelitian Houghton *et al.* (2001) menyebutkan bahwa total karbon yang terserap di laut itu 50 kali lebih besar daripada jumlah yang ada di atmosfer. Oleh karena itu laut merupakan tempat pembuangan karbon dioksida antropogenik yang besar. Penyerapan karbon dioksida antropogenik oleh laut akan mengubah sifat kimia laut dan akan

memberikan dampak pada sistem biologi di permukaan laut (Anonim, 2005).

Organisme fotosintetik di ekosistem laut mampu mengambil karbon anorganik dari medium cair di sekitarnya dengan menggunakan *CO₂ concentrating mechanism* (CCM) (Muranaka & Murakami, 2001). Oleh karena itu, organisme tersebut mempunyai potensi untuk mengatasi masalah peningkatan emisi karbon dioksida dengan mengubahnya menjadi biomassa dan komponen potensial penting lainnya, sehingga laju fiksasi *CO₂* organisme fotosintetik tersebut lebih tinggi dibandingkan tanaman darat (Muranaka & Murakami, 2001).

Spirulina merupakan organisme laut yang bersifat kosmopolitan yang terdapat di laut dan air payau (Campanella *et al.* 1998). *Spirulina* tumbuh baik dalam lingkungan cair atau medium kultur dengan pH tinggi dan membentuk populasi yang lebih besar dalam badan air di daerah tropik dan sub tropik yang dicirikan dengan tingginya karbonat dan bikarbonat (Rafiqul *et al.* 2005). Masalah yang terjadi adalah dengan meningkatnya laju konsentrasi karbon dioksida akan mempengaruhi sifat kimia laut yang pada akhirnya akan mempengaruhi populasi serta kelimpahan *Spirulina platensis*. Salah satu parameter yang digunakan sebagai petunjuk efek peningkatan karbon dioksida adalah laju pertumbuhan dari *S. platensis* tersebut. Belum ada data yang mempelajari efek laju karbon dioksida terhadap morfologi dan laju pertumbuhan *Spirulina platensis*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek laju karbon dioksida (*CO₂*) terhadap perubahan morfologi dan laju pertumbuhan *Spirulina platensis*.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Isolat *Spirulina platensis* yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan strain koleksi Balai Besar Budidaya Air Payau, Jepara, Jawa Tengah. Kultur mikroalga tersebut

dipelihara dalam medium Zarrouk sebagai medium pertumbuhannya. Sebagai pengukur CO₂ digunakan indikator phenolphtalein dan NaOH. Sebagai bahan untuk fiksasi digunakan formalin 4%. Selama penelitian ini berlangsung, isolat *S. platensis* diaklimatisasi di dalam laboratorium selama dua minggu dalam medium Zarrouk. Kondisi lingkungan pertumbuhan diatur dengan menggunakan temperatur 20°C dan di bawah penyinaran lampu TL40 w.

B. Metode

Kultur Spirulina

Isolat *S. platensis* yang telah diaklimatisasi dipindahkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml yang berisi 450 ml medium Zarrouk dan ditambahkan 50 ml inokulum. Kultur kemudian disimpan dalam ruang inkubasi dengan temperatur 20°C. Secara teratur kultur *S. pirulina* tersebut dipupuk dan disimpan dalam ruang inkubasi sebagai kultur stok, sehingga diperoleh kultur yang baik dan siap digunakan sebagai starter dalam sub kultur.

Analisa fase pertumbuhan

Kultur ditempatkan dalam inkubator (IKEDA RIKANL – 50 RS) yang sudah diatur kondisinya yaitu temperatur 33±2°C, pH 8-9, dan salinitas 20‰. Pertumbuhan mikroalga diukur setiap 24 jam selama 2 minggu. Pengukuran fase pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada 560 nm.

Perlakuan

Desain penelitian merupakan rancangan acak lengkap, yang terdiri atas kontrol dan 3 laju karbondioksida, masing-masing dengan 3 ulangan. Perlakuan ini dilaksanakan dalam dua tahap. Pertama uji pendahuluan yaitu kultur diinkubasikan dalam inkubator selama 4 hari dan pada hari keempat diaerasikan dengan karbondioksida 0,2 lpm, 0,4 lpm, 0,8 lpm. Sampel diambil tiap 6 jam dan ditambahkan dengan formalin 4%.

Pengukuran pertumbuhan sel dilakukan dengan spektrofotometer (JENWAY 6100)

pada 560 nm. Kedua, uji yang sebenarnya yaitu kultur ditempatkan dalam Erlenmeyer dengan komposisi yang sama pada uji pendahuluan dan perlakuan yang hampir sama tetapi dengan aerasi karbondioksida sebanyak 0,1 lpm, 0,2 lpm, dan 0,4 lpm. Pertumbuhan diukur setiap 24 jam dengan spektrofotometer (JENWAY 6100) 560 nm. Kontrol merupakan kultur *S. platensis* dalam medium Zarrouk dengan aerasi oksigen.

Pengukuran parameter lingkungan

Parameter DO diukur dengan menggunakan DO meter (LUTRON DO.5508). Parameter CO₂ diukur dengan menggunakan indikator phenolphtalein 3 tetes dan dititrasi dengan menggunakan NaOH hingga warna berubah menjadi merah muda. Volume titran kemudian dikalikan 0,625 dan hasil perkalian merupakan kadar karbondioksida dalam medium sebagai ppm. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter (HANNA).

Analisa data

Hasil perhitungan jumlah sel setiap perlakuan kemudian dianalisis laju pertumbuhannya dengan rumus :

$$k = \frac{\ln X_2 - \ln X_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- k* = laju pertumbuhan
- X₂* = nilai OD pada waktu *t₂*
- X₁* = nilai OD pada waktu *t₁*

Waktu generasi dengan rumus :

$$g = \frac{1}{k} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- g* = waktu generasi
- k* = laju pertumbuhan

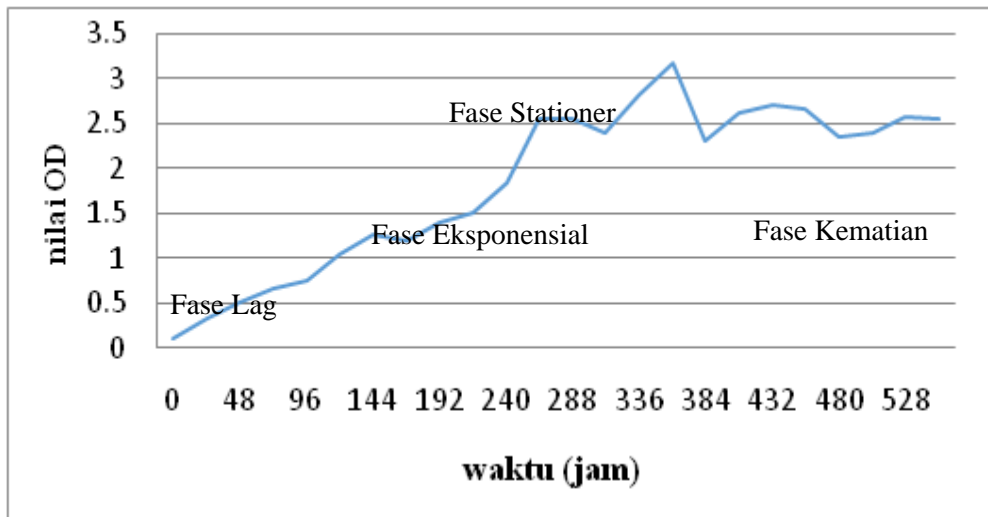
Setelah memperoleh data laju pertumbuhan, dilakukan analisis variasi antar perlakuan untuk mempelajari pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan *S. platensis*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan *Spirulina platensis*

Hasil perekaman pertumbuhan *S. platensis* dalam medium Zarrouk menunjukkan ada empat fase pertumbuhan. Masing-masing meliputi fase lag yang

berlangsung selama 96 jam, fase eksponensial berlangsung dalam 264 jam, fase stationer kurang dapat dideteksi karena fase ini berlangsung dalam waktu yang relatif singkat, dan yang terakhir fase kematian yang berlangsung 192 jam seperti yang ditunjukkan pada grafik kurva pertumbuhan (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *Spirulina platensis* dalam medium Zarrouk
Figure 1. The growth curve of *Spirulina platensis* in Zarrouk medium

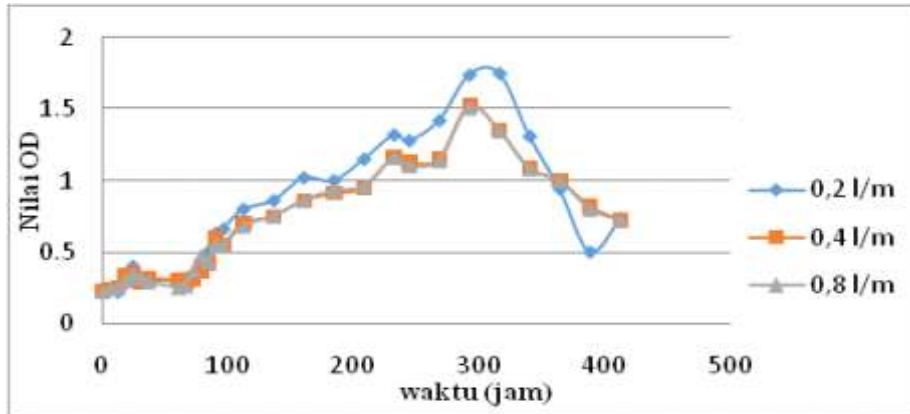
Hasil analisis kurva pertumbuhan tersebut digunakan untuk menentukan waktu perlakuan pemberian karbondioksida dapat dilakukan yaitu pada fase eksponensialnya. Dimana pada fase pertumbuhan tersebut terjadi pertumbuhan yang maksimal dan sel berada dalam kondisi yang sangat viable. Dari data grafik kurva tersebut ditentukan bahwa fase eksponensialnya terjadi pada hari ke empat. Sehingga pada waktu tersebut mulai diberikan perlakuan pemberian karbondioksida dalam kultur *S. platensis*.

B. Efek karbondioksida terhadap laju pertumbuhan *Spirulina platensis*

Penelitian ini dilakukan meliputi dua tahap pengujian yaitu uji pendahuluan dan uji sebenarnya. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa *S. platensis* mampu

menggunakan karbondioksida yang diberikan ke dalam medium kultur yang ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Laju karbondioksida yang diberikan pada uji pendahuluan adalah 0,2 lpm, 0,4 lpm, dan 0,8 lpm. Kurva pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa dengan perlakuan 0,4 lpm dan 0,8 lpm terjadi pertumbuhan yang relatif sama (ditunjukkan dengan grafik yang berhimpitan) dan dikatakan bahwa laju karbondioksida tersebut memberi efek yang sama terhadap pertumbuhan *S. platensis*. Sedangkan pada perlakuan 0,2 lpm karbondioksida memberi efek yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedua perlakuan. Dengan demikian perlakuan karbondioksida yang digunakan pada uji sebenarnya adalah 0,1 lpm, 0,2 lpm dan 0,4 lpm.

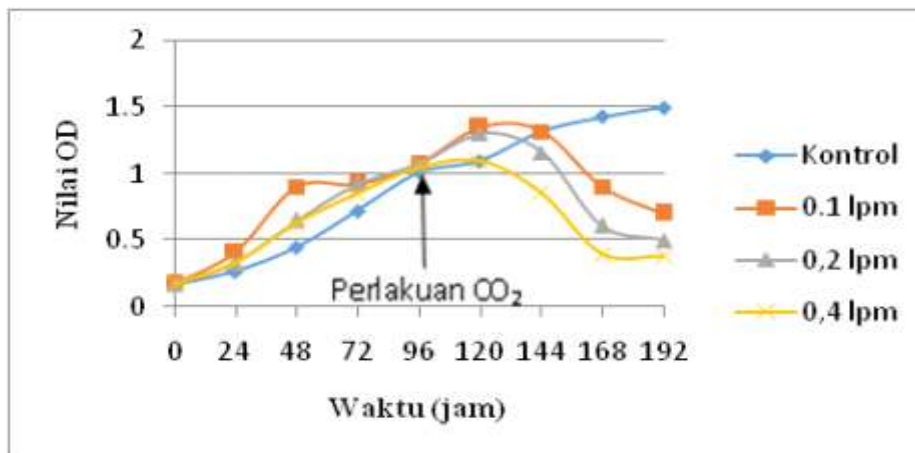


Gambar 2. Pertumbuhan *S. platensis* dalam medium Zarrouk dengan perlakuan karbondioksida pada uji pendahuluan

Figure 2. Growth of *S. platensis* in Zarrouk medium by carbondioxide treatment in preliminary test

Pada uji sebenarnya ini menunjukkan bahwa pada awal perlakuan, karbondioksida yang diberikan mampu menstimulasi pertumbuhan *S. platensis*. Muranaka &

Murakami (2001) mengatakan bahwa karbondioksida yang terabsorpsi akan digunakan sebagai sumber karbon dan sebagai substrat pada proses fotosintesis.

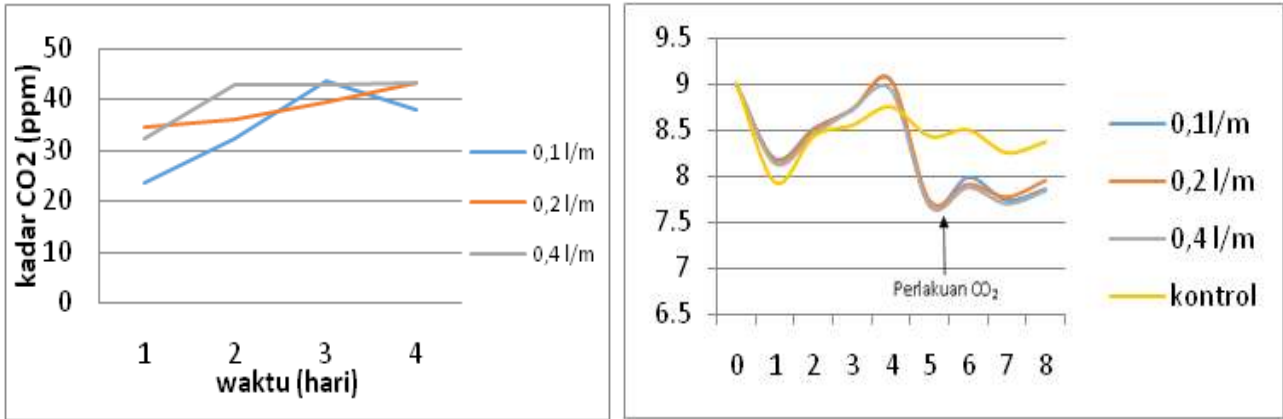


Gambar 3. Pertumbuhan *S. platensis* dalam medium Zarrouk dengan perlakuan karbondioksida pada uji pendahuluan

Figure 3. Growth of *S. platensis* in Zarrouk medium by carbondioxide treatment in preliminary test medium

Seiring waktu pemberian perlakuan karbondioksida kurva pertumbuhan menunjukkan terjadi penurunan pertumbuhan yang diakibatkan besarnya karbondioksida yang terakumulasi dalam medium. Akumulasi karbondioksida tersebut menyebabkan

turunnya nilai pH medium seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4 dan 5. *S. pirulina* merupakan organisme yang umumnya bersifat euryhaline dan fotoautotrop obligat (Castenholz *et al.* 2001) sehingga *S. pirulina* hanya mampu hidup pada kondisi pH basa.

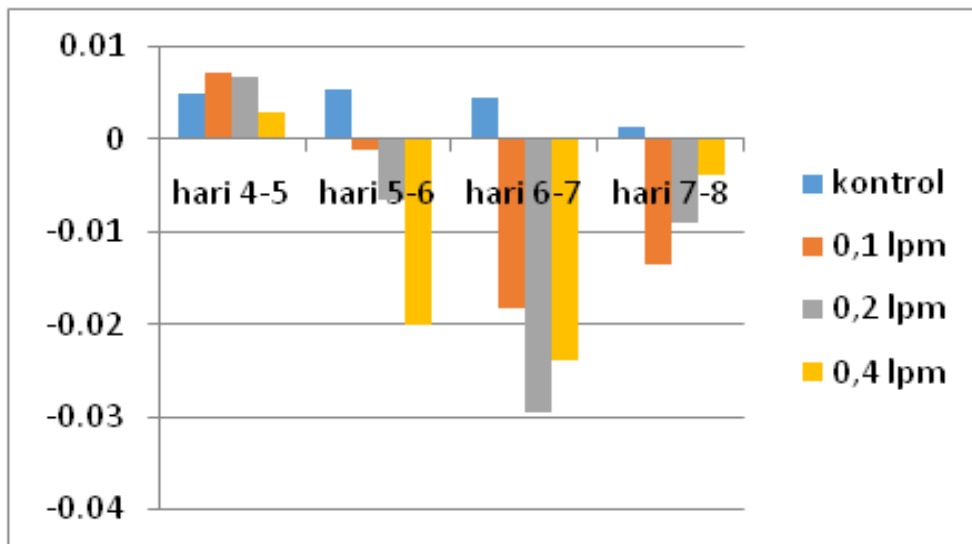


Gambar 4. Grafik kadar karbondioksida dan nilai pH pada medium kultur pada tiap perlakuan

Figure 4. Graph carbon dioxide levels and pH values in the culture medium in each treatment

Jika dibandingkan pada kontrol, perlakuan karbondioksida ternyata memberikan efek toksik pada pertumbuhan *S.*

platensis yang ditunjukkan dengan penurunan pertumbuhan. Efek ini juga dapat dilihat pada laju pertumbuhan *S. platensis* (Gambar 6).



Gambar 5. Laju pertumbuhan *S. platensis* pada perlakuan karbondioksida

Figure 5. The growth rate of *S. platensis* in the treatment of carbon dioxide

Efek laju pertumbuhan *S. platensis* juga menunjukkan pola yang sama dengan efek yang ditunjukkan pada kurva pertumbuhannya, yaitu terjadi peningkatan laju pertumbuhan

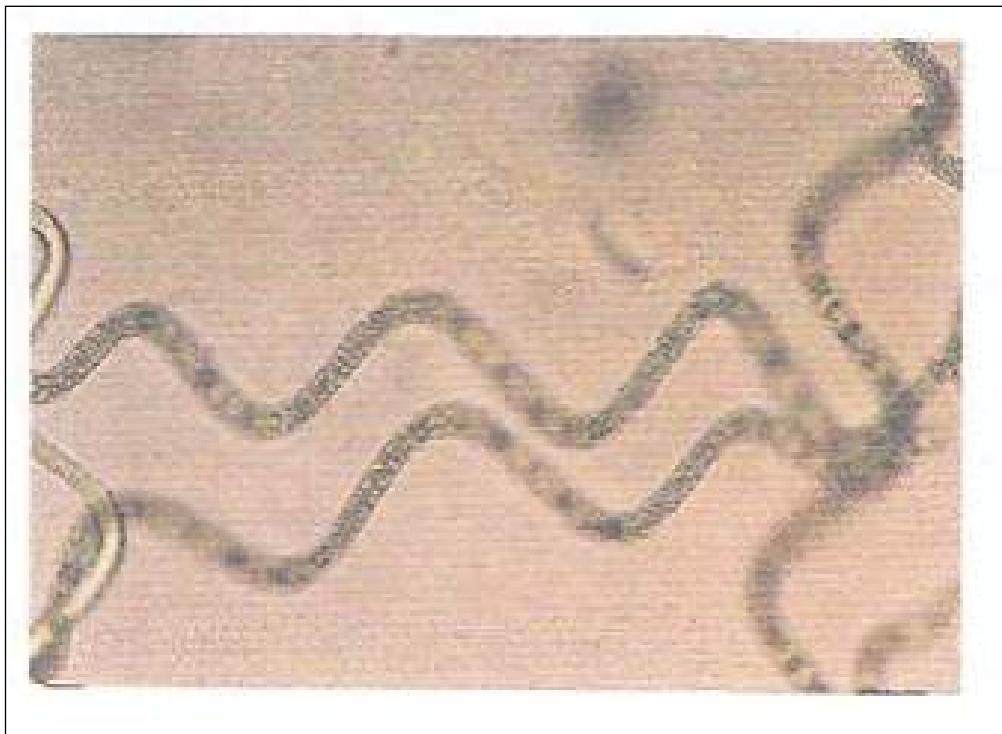
pada awal perlakuan dan terjadi penurunan seiring dengan lamanya waktu pemberian karbondioksida.

Penurunan laju pertumbuhan dengan perlakuan karbondioksida secara drastis ditunjukkan pada perlakuan 0,4 lpm. Penurunan tersebut disebabkan oleh kadar karbondioksida dalam medium lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa karbondioksida akan menyebabkan terjadinya penurunan pH medium menjadi asam yang tidak mampu ditoleransi oleh *S. platensis*. Sifat asam ini terjadi karena adanya pelepasan hydrogen dari bentuk bikarbonat. Nakano *et al.* (2001) mengemukakan bahwa kandungan

karbondioksida yang tinggi dalam medium menyebabkan terjadinya efek toksik yang berupa hambatan dalam proses fotosintesis mikroalga.

C. Efek karbondioksida terhadap morfologi *S. platensis*

Efek karbondioksida ini juga mempengaruhi morfologi sel *S. platensis* yaitu setelah 24 jam perlakuan karbondioksida memperlihatkan terjadinya lisis dan fragmentasi seperti terlihat pada Gambar 8 dan 9.

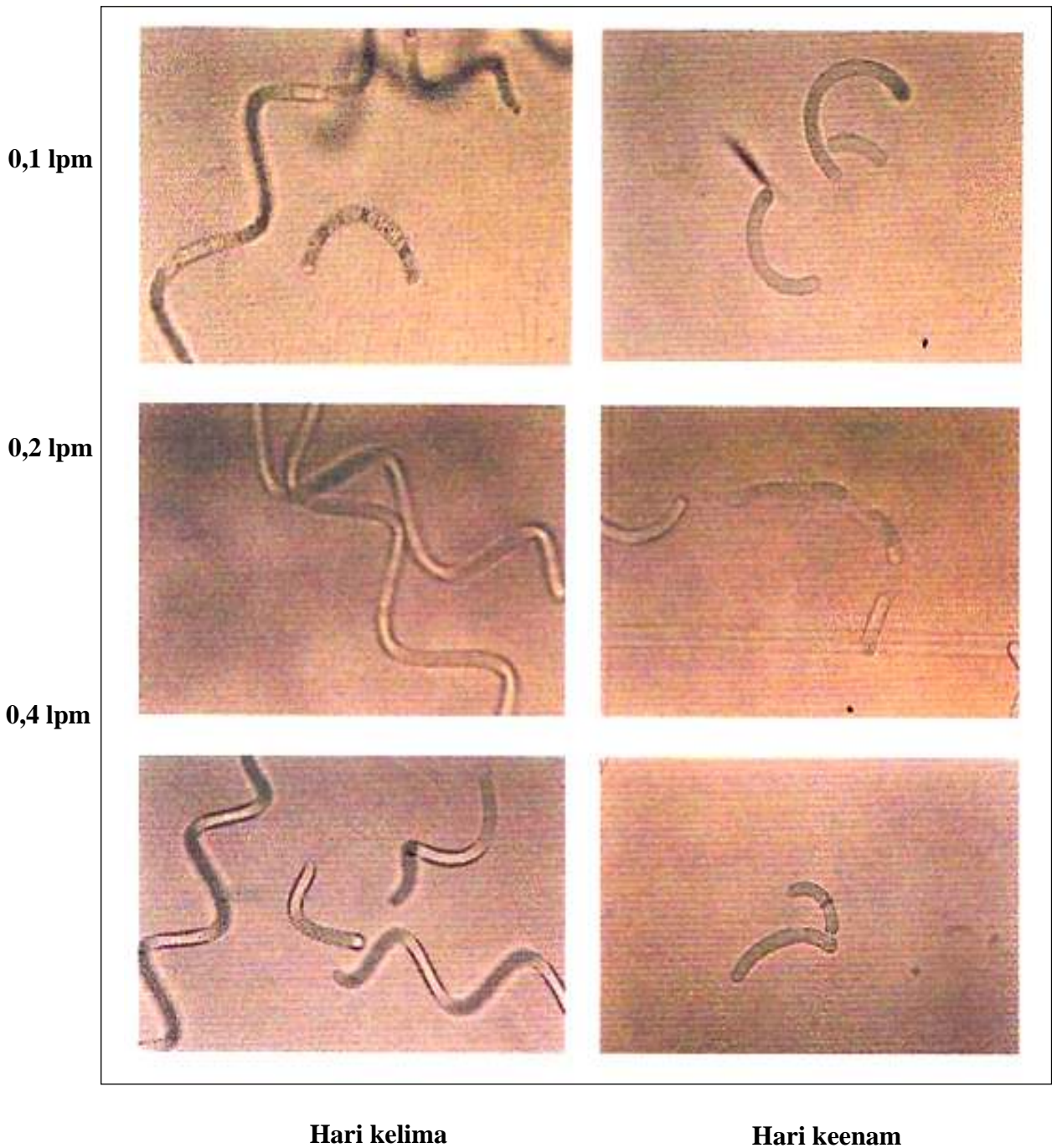


Gambar 6. Morfologi *S. platensis* pada control hari kedelapan dengan perbesaran 400x
*Figure 6. Morphology of *S. platensis* on eighth day control with 400x magnification*

C. Efek karbondioksida terhadap morfologi *S. platensis*

Pada mulanya sel berbentuk spiral dengan warna hijau yang cerah dengan sel yang relatif panjang. Setelah hari kelima dan keenam yaitu setelah diberikan perlakuan karbondioksida sel *S. platensis* masih relatif cukup panjang dengan beberapa patahan atau

fragmentasi. Pada hari kelima ini sel masih relatif utuh walaupun ada sedikit sel yang terfragmentasi. Fragmentasi pada tahap ini adalah awal dari pertumbuhan mengingat *S. platensis* merupakan sel tunggal yang mereproduksi dengan membelah diri. Hal ini juga didukung dengan meningkatnya laju pertumbuhan *S. platensis* (Gambar 6).

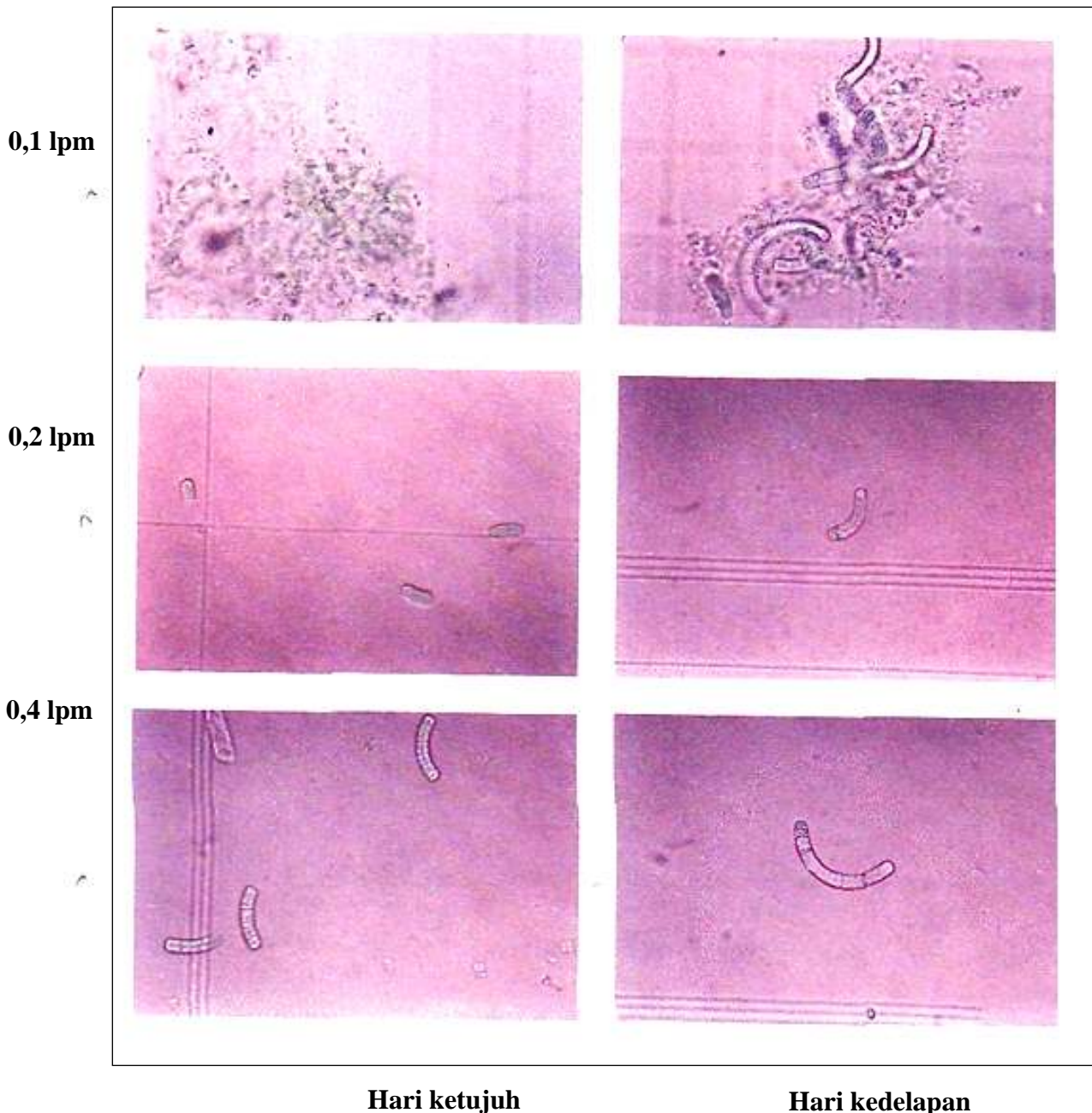


Gambar 7. Morfologi *S. platensis* setelah perlakuan karbondioksida hari kelima dan keenam dengan perbesaran 400x

Figure 7. Morphology of *S. platensis* after the fifth and sixth day of carbon dioxide treatment with 400x magnification

Pada hari keenam jumlah sel yang mengalami fragmentasi relatif semakin banyak. Dengan demikian secara morfologi sudah memperlihatkan efek kerusakan pada sel

dan ada beberapa sel yang terdapat bentukan berupa cincin yang merupakan awal terjadinya fragmentasi.



Gambar 7. Morfologi *S. platensis* setelah perlakuan karbondioksida hari ketujuh dan kedelapan dengan perbesaran 400x

Figure 7. Morphology of *S. platensis* after the seventh and eighth day of carbon dioxide treatment with 400x magnification

Pada hari ketujuh dan kedelapan fragmentasi yang terjadi semakin pendek dan telah terjadi lisis sel sehingga klorofil telah keluar dari sel. Bentuk cincin pada sel semakin banyak terbentuk, sekat-sekat sel semakin jelas dan warnanya telah memudar

karena keluarnya klorofil yang ditunjukkan dengan tersebarnya butir-butir klorofil di sekeliling sel. Fragmentasi dan lisis sel menunjukkan sel telah memasuki fase kematian.

IV. KESIMPULAN

Efek peningkatan laju karbondioksida pada kultur *S. platensis* dapat menstimulasi pertumbuhan pada awal perlakuan dan mengalami penurunan pada akhir perlakuan yang ditunjukkan dengan parameter laju pertumbuhan. Walaupun berdasarkan hasil analisis statistiknya tidak ada beda nyata ($p > 0,005$). Efek laju karbondioksida pada morfologi sel *S. platensis* menunjukkan terjadinya kerusakan berupa fragmentasi dan lisis sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2005). *The ocean and the carbon cycle*. (<http://science.hg.nasa.gov/index.html>).
- Campanella, L., G.Cresentini, P. Avino, and A. Moauro. (1998). *Determination of microminerals and trace elements in the alga Spirulina platensis*. Analisis, 26. pp: 210-214.
- Castenholz, R.W, R.Rippka, M. Herdman, and A. Wilmotte. (2001). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology : The Archaea and The Deeply Branching and Phototrophic bacteria*. (Ed G.M. Garrity). Springer-Verlag. New York. pp: 542-543.
- Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. Van der Linden, X. Dai, L. Maskell, and C.A. Johnson. (2001). *Climate Change 2001 : the scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridges. p: 881.
- Moreira, D. and Pires, J.C.M.(2016). *Atmospheric CO₂ capture by algae: Negative carbon dioxide emission path*. Bioresource Technology 215. pp 371-379.
- Muranaka, T and M. Murakami. (2001). *CO₂ fixation by high temperature high CO₂ tolerant Chlorella sp*. In : *Photosynthetic microorganism in environmental biotechnology*. Editor K. Hiroyuki, and L.Y. Kun. 200. Spinger verlag. Hongkong. p: 291-307.
- Nakano, Y., T. Matsumoto, H. Inui, K. Haranoh, K. Miyatake, T. Enomoto, M. Hayashi, T. Nakatsuka, and F. Watanabe. (2001). *Growth of Photosynthetic algae, Euglena gracilis, under High CO₂ and its photosynthetic Characteristics*. In *Photosynthetic microorganism in environment biotechnology*. H. Kojima and Y.K. Lee (Eds). Springer-verlag, ltd. USA. pp: 97-109.
- NOAA. (2016, Juli). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration. USA. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>.
- Rafiqul, I.M., K.C.A. Jalal and M.Z. Alam. (2005). *Environmental factors for optimization of Spirulina biomass in laboratory culture*. Biotechnology 4(1) : 19-20.
- Sharma, S.S. (2011). *Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries*. Applied Energy 88. pp: 376-382.
- Shen, T.T. (1995). *Industrial pollution prevention*. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg. Germany. pp: 1-3.

POTENSI PRODUK MIMBA (*Azadirachta indica* A. Juss) DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI POTENSI DAUN MIMBA DI LOMBOK

*(The Potency of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Product and Factors affecting The Neem Leaf Production in Lombok)*

I Wayan Widhiana Susila¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl. Darma Bakti No 7 Ds. Langko Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat
Email : widhianasusila@gmail.com

ABSTRACT

*Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) is a type of non-timber forest product, the leaves could produce plant-based for bio-pesticides and antiseptics. This study aimed to obtain information on potential stands, leaf production and its oil content and the factors that affecting the neem leaf potency. Research was done purposively by the surveying method and tree measurements was census in each location. The neem leaf potency per tree in East Lombok is 7.4 to 21.6 kg, oil content and rendement is 0.07 to 0.20 kg and 1.88 to 2.33%. North Lombok are, 8.5 to 21.2 kg for potential leaf, and 0.14 to 0.18 kg for oil content and 2.17 to 4.34% for ist oil rendement. Neem leaf production is influenced by branches and sub number, diameter and crown width, while a site less influential (elevation and soil pH). The parameter use of sub-branches number to get the best model to estimate the potential of leaves, good for one or more variables. The use of all the identified variables (diameter, pertajukan, and a place to grow), obtained 48.9% R-square. Means more than 50% of other variables that have not been identified that affect the potential of neem leaves.*

*Keywords : Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), leaf, East Lombok, North Lombok*

ABSTRAK

Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) merupakan jenis hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang produk daunnya sebagai penghasil bahan pestisida nabati dan antiseptik. Keberadaan mimba cukup potensial di Lombok yang tumbuh alami di lahan-lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi potensi biomassa daun dan kandungan minyaknya serta faktor-faktor yang mempengaruhi potensi daun mimba. Penelitian dilakukan secara purposive dengan metode survai dan pengukuran dimensi pohon secara sensus pada setiap lokasi. Potensi daun mimba per pohon di Lombok Timur adalah 7,4 – 21,6 kg, kandungan minyak dan rendemennya 0,07 – 0,20 kg dan 1,88 – 2,33 %. Di Lombok Utara potensi daun, kandungan minyak dan rendemennya adalah 8,5 – 21,2 kg per pohon, 0,14 – 0,18 kg per pohon dan 2,17 – 4,34 %. Stok biomassa daun mimba per kecamatan adalah Jerowaru 0,31 ton, Keruak 0,31 ton, Sakra 0,32 ton, Pringgabaya 0,13 ton, Sambelia 0,13 ton dan Kecamatan Bayan 0,69 ton. Produksi daun mimba sangat dipengaruhi oleh jumlah ranting, jumlah cabang, diameter dan lebar tajuk pohon, sedangkan faktor tempat tumbuh kurang berpengaruh (elevasi dan pH tanah). Penggunaan parameter jumlah ranting mendapatkan model terbaik untuk menduga potensi daun, baik untuk satu variabel maupun lebih. Penggunaan semua variabel yang teridentifikasi tersebut (diameter, pertajukan, dan tempat tumbuh), diperoleh *R-square* 48,9 %. Berarti lebih dari 50% variabel lain yang belum teridentifikasi yang berpengaruh terhadap potensi daun mimba.

Kata kunci : Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss), daun, Lombok Timur, Lombok Utara

I. PENDAHULUAN

Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) merupakan jenis tumbuhan hutan yang dapat menghasilkan produk kayu dan bukan kayu yaitu daun. Daun mimba digunakan sebagai bahan baku pestisida nabati dan zat antiseptik (obat-obatan) yang dihasilkan dari minyak mimba hasil ekstraksi daun mimba. Produk lain dari daun mimba adalah *neem leaves powder* (tepung daun mimba) sebagai bahan obat dan insektisida, sudah beredar dipasaran yang diproduksi oleh PT Intaran Indonesia yang berkedudukan di Denpasar, Bali.

Sebaran tempat tumbuh mimba banyak dijumpai di sepanjang daerah kering pantai selatan dan utara Pulau Lombok. Potensi mimba cenderung mengalami penurunan karena penebangan. Sebagian besar kayunya digunakan sebagai bahan kayu bakar untuk usaha tembakau. Di wilayah NTB terjadi defisit kebutuhan kayu bangunan yang cukup tinggi, yakni 80.000 meter kubik per tahun sementara kebutuhan kayu bakar sekitar 480.000 m³/tahun (Dinas Kehutanan NTB, 2007). Kabupaten Lombok Timur sebagai salah satu daerah utama penyerap kayu bakar terbesar di NTB untuk pemenuhan sedikitnya 10.520 oven tembakau, dibutuhkan sedikitnya 370.045 m³ kayu bakar per tahun (Zaenal, 2007). Kondisi ini kemungkinan menjadi sebab berkurangnya pasokan bahan baku biji dan daun mimba dari Lombok untuk PT Intaran di Denpasar (Susila, Cakrawarsa, Handoko, 2014). Tidak perlu karena kurang berkorelasi dengan topik

Usaha produk mimba lokal dihadapkan pada permasalahan penurunan dan ketidakpastian suplai bahan baku dari NTB. Di samping itu, data dan informasi potensi produk tanaman mimba belum tersedia. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan produksi minyak mimba sebagai suplay bahan baku obat-obatan belum bisa diprediksi sehingga usaha industri berbahan baku produk tanaman mimba akan menemui kendala. Belum adanya data kuantifikasi produk mimba terutama daunnya akan menjadi penghambat sebagai sumber stok bahan baku. Penekanan pada produk daun dalam penelitian ini karena stok bahan baku

tersedia sepanjang tahun, sedangkan produk bijinya hanya 1 – 2 bulan saja, yaitu sekitar Bulan Desember – Januari tahun berikutnya. Informasi ketersediaan dan keberlanjutan bahan baku merupakan kunci penting bagi keberhasilan pengusahaan mimba. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi produksi biomassa daun dan minyak mimba, serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap potensi daun pada pohon mimba.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada lahan-lahan milik masyarakat di Pulau Lombok yang terdapat sebaran mimba. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Lombok Timur dan Lombok Utara, yaitu di :

- Kecamatan Jerowaru pada ketinggian 22 – 45 m dpl, lokasi Teong Elong, Kuburan Lis, Desa Serumbung dan di lahan milik SMP Negeri I Jerowaru
- Kecamatan Keruak pada ketinggian 13 – 17 m dpl, lokasi lahan milik Balai Pengembangan dan Penangkapan Ikan Tanjung Luar dan Lahan milik SMK Keruak
- Kecamatan Sakra pada ketinggian 23 – 24 m dpl, lokasi lahan milik TNI Al Lombok Timur Desa Lepak Membe dan Desa Seliyat.
- Kecamatan Labuhan Haji pada ketinggian 56 – 69m dpl, lokasi Ijobalit.
- Kecamatan Pringabaya pada ketinggian 26 – 69m dpl, lokasi Dedalpak Poh Gading dan Bagek Pungguk.
- Kecamatan Sambelia pada ketinggian 17 – 45 m dpl, lokasi Pantai Gili Lampu dan Desa Sendanggalih.

Sedangkan di Lombok Utara, tersebar di wilayah :

- Di Kecamatan Bayan (Desa Anyar, Sukadana dan Desa Akar-Akar) pada ketinggian 11 – 97 m dpl.
- Kecamatan Gangga di Desa Montong, pada ketinggian 11 – 37 m dpl.

- Kecamatan Pemenang di Desa Malaka, pada ketinggian 17 – 21 m dpl. Desa Anyar dilakukan di Dusun Greneng dan Grisak
- Desa Sukadana di Dusun Koloh Tantang, dan
- Desa Akar-akar di Dusun Batu Keruk

Penyulingan daun mimba untuk memperoleh data rendemen minyak dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu (BPTHBK) di Desa Langko Kecamatan Lingsar Lombok Barat.

Waktu penelitian dari mulai survei potensi, pengumpulan biomassa daun sampai penyulingan ekstrak daun menghasilkan minyak mimba dilaksanakan pada bulan Maret s/d Desember 2013.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan untuk pengamatan di lapangan yaitu GPS, hagameter, phiband, timbangan, meteran roll, kompas, tali tambang plastik, kamera, karung plastik, counter, tally sheet, label pohon, cat, kuas, tegakan mimba, ranting dan daun mimba. Alat dan bahan penunjang untuk penyulingan daun di laboratorium adalah aluminium foil, timbangan, seltif, kantong plastik, blender, aquadest, rak dan tabung reaksi, selang penyulingan, klem, *statif stick*, mesin pemanas, destilator dan kertas corong.

Survei identitas dan Penentuan pohon model

Pada setiap lokasi sebaran (desa atau dusun) dilakukan secara sensus pengamatan dan pengukuran tanaman mimba, yaitu diameter batang (*dbh*) dan diameter tajuk terhadap pohon-pohon yang berdiameter sekitar 10 cm.

Semua data pohon pada setiap lokasi dihimpun dalam kelompok klasifikasi diameter batang setinggi dada. Berdasarkan lokasi ditentukan pemilihan pohon model sesuai sebaran kelas diameter sebagai dasar untuk pengukuran selanjutnya (biomassa daun). Jumlah pohon model pada setiap kelas diameter ditentukan oleh sebaran populasi di lapangan dan dihitung berdasarkan cara Newman-Keul proportional (Alder, 1981 dalam Bustomi, Harbagung & Suyat, 2005) yaitu :

$$n_i = (N_i/N) * n \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- N = total jumlah pohon (populasi amatan);
- N_i = jumlah pohon pada kelas parameter ke i ($i: 1, 2, dst$);
- n = jumlah seluruh pohon model

Terhadap setiap pohon-pohon model tersebut dilakukan pengukuran dan pengamatan parameter-parameter sebagai berikut:

- 1) Tinggi pohon total (t_{phn}),
- 2) Tinggi pangkal tajuk (t_{ptjk}),
- 3) Jumlah cabang (j_{cb}),
- 4) Jumlah sub cabang/ranting (j_{rt})
- 5) Pengukuran elevasi (ketinggian dpl)
- 6) Pengambilan sampel tanah pada setiap lokasi tempat tumbuh mimba.

Penandaan tajuk dan pengambilan daun

Penandaan cabang/ranting tajuk pohon model dimaksudkan untuk persiapan pengambilan sampel daun mimba. Penimbangan daun kurang lebih 10 – 25 % dari total daun (Bonner, Vozzo, Elam & Land, 1994 dalam Nurhasybi & Sudradjat, 2009). Penandaan tajuk untuk pengambilan daun dilakukan pada 2 cabang atau 3 – 4 ranting. Daun dari masing-masing cabang/ranting dipisahkan, kemudian ditimbang berat basahanya. Sampel daun disimpan dan diangin-anginkan 4 – 7 hari untuk memperoleh berat kering udara, kemudian dilakukan penimbangan berat kering udara.

Analisis produksi minyak mimba

Sampel daun mimba kering udara dari setiap lokasi ditimbang seberat 100 gram untuk disuling. Daun diblender hingga lembut menyerupai ekstrak, ekstrak daun dicampur dengan air *aquadest* sebanyak 2 liter dan ditimbang. Kemudian dilakukan penyulingan selama 4 – 5 jam dengan suhu sekitar 30°C. Prosedur penyulingan minyak mimba mengacu pada tata cara penyulingan minyak nilam oleh Anshori & Hidayat (2009). Minyak mimba yang dihasilkan ditampung dan ditimbang beratnya.

D. Analisis Data

Potensi daun dan minyak mimba

Berdasarkan hasil berat sampel daun pada setiap ranting atau cabang maka dapat dihitung potensi daun mimba per pohon (berat daun basah dan kering), yaitu:

- Berat basah total daun per pohon adalah jumlah ranting total dibagi jumlah ranting sampel dikalikan berat basah sampel
- Berat kering total daun per pohon adalah berat kering sampel dibagi berat basah sampel dikalikan berat basah total daun.

Produksi minyak dari daun mimba per pohon didekati melalui berat kering daun yang

diekstrak, kemudian disuling menghasilkan berat minyak mimba. Potensi minyak per pohon dihitung dari perkalian berat kering total daun dengan berat minyak hasil sulingan dibagi dengan berat ekstrak sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Biomassa Daun Mimba

Hasil pengamatan dan perhitungan parameter produksi daun pada setiap lokasi disajikan pada tabel Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Rata-rata berat biomassa daun mimba per pohon di Lombok Timur
Table 1. Mean weight of neem leaf biomass per tree in East Lombok

Lokasi (Location)	N	Dbh (cm)	Dt (m)	BB sampel (Sample) (g)	BB total (kg)	BK sampel (Sample) (g)	BK total (kg)
Jerowaru	9	24,6	7,5	721,7	21,57	315,6	9,18
Keruak	9	27,0	7,0	781,1	17,04	298,9	6,15
Sakra	23	23,0	10,4	541,7	9,06	267,8	4,39
Pringgabaya	10	21,5	5,4	502,2	8,39	225,6	3,70
Sambelia	10	24,9	6,1	385,0	7,41	202,0	3,80
Jumlah	61	121	36,4	2210	63,47	1309,9	27,2
Rerata	12,2	24,2	7,3	442,0	12,7	262,0	5,4

Keterangan (Remark): N = Jumlah pohon model (Sample number), Dbh = Diameter setinggi dada (Diameter at breast height), Dt = Diameter tajuk (Crown diameter), BB = Berat basah (Wet weight), BK = Berat kering (Dry weight), dpl = Di atas permukaan laut (Above sea level)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa tanaman mimba yang tumbuh di Kecamatan Jerowaru dan Keruak (saling berbatasan) merupakan penghasil daun yang relatif besar dibandingkan tanaman mimba dari lokasi lainnya. Tempat tumbuh mungkin berpengaruh atas perbedaan ini, karena rata-rata sebaran diameter di lima lokasi mimba yaitu di Kecamatan Jerowaru, Keruak, Sakra, Pringgabaya dan Kecamatan Sambelia relatif hampir sama (lihat Tabel 1). Tekstur tanah lokasi Jerowaru dan Keruak

adalah liat lempung berpasir, dan lokasi lainnya bertekstur pasir (Lab. Tanah BPTPNTB, 2012). Tanah liat lempung berpasir relatif lebih subur dari pada tanah yang dominan pasir.

Rata-rata penyusutan berat daun dari berat basah ke berat kering udara adalah sebesar 180 gram (59,2 %). Lokasi pengeringan daun (kering udara) dilakukan di Kantor Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu pada ketinggian tempat kurang dari 100 m dpl. Penyusutan paling besar terjadi pada daun

mimba yang berasal dari Kecamatan Keruak yaitu menurun sampai 482,2 gram. Perbedaan ini kemungkinan erat kaitannya dengan lokasi tempat pengeringan dan lokasi asal tanaman, yang salah satunya adalah perbedaan ketinggian lokasi. Semakin besar perbedaan

ketinggian tempat tumbuh semakin besar terjadinya penyusutan. Lokasi mimba dari Keruak (13 – 17 mdpl), mempunyai perbedaan tinggi yang paling besar dengan tempat pengeringan (< 100 m dpl).

Tabel 1. Tabel 2. Rata-rata berat biomassa daun mimba per pohon di Lombok Utara
Table 1. Mean weight of neem leaf biomass per tree in North Lombok

Lokasi (Location)	N	Dbh (cm)	Dt (m)	BB sampel (Sample) (g)	BB total (kg)	BK sampel (Sample) (g)	BK total (kg)
Anyar, Bayan	26	17,7	4,5	907,3	8,85	355,0	3,44
Sukadana, Bayan	15	18,2	4,1	750,0	8,54	288,0	3,19
Akar-Akar, Bayan	12	19,0	4,9	1052,4	13,97	439,1	5,93
Malaka, Pemenang	9	20,9	6,5	770,0	21,18	315,6	8,83
Jumlah	62	75,8	20	2572,4	52,5	1397,7	21,4
Rerata	15,5	18,9	5,0	643,1	13,1	349,4	5,3

Keterangan (Remark) : N = Jumlah pohon model (Sample number), Dbh = Diameter setinggi dada (Diameter at breast height), Dt = Diameter tajuk (Crown diameter), BB = Berat basah (Wet weight), BK = Berat kering (Dry weight), dpl = Di atas permukaan laut (Above sea level)

Pada kelompok mimba di Lombok Utara (Tabel 2), mimba yang berasal dari Desa Malaka Kecamatan Pemenang mempunyai biomassa daun yang paling besar (8,83 kg per pohon). Berdasarkan penampilan individu pohon model, parameter-parameter pembentuk biomassa daun seperti diameter pohon, lebar tajuk dan jumlah ranting dari Desa Malaka Pemenang lebih unggul dari pada lokasi lain, kecuali tinggi pangkal tajuk. Jumlah ranting dari Pemenang (rata-rata 60 ranting) sangat jauh perbedaannya, yaitu rata-rata 50 % dengan lokasi lain, yang mempunyai jumlah ranting rata-rata antara 26 – 34 ranting. Sedangkan tinggi pangkal tajuk hanya 2,3 m, lebih rendah dari lokasi-lokasi lain yang berkisar 4,2 – 4,8 m. Tempat tumbuh lokasi mimba mungkin juga berpengaruh, karena tanah di Desa Malaka relatif lebih subur ditinjau dari tekstur tanah.

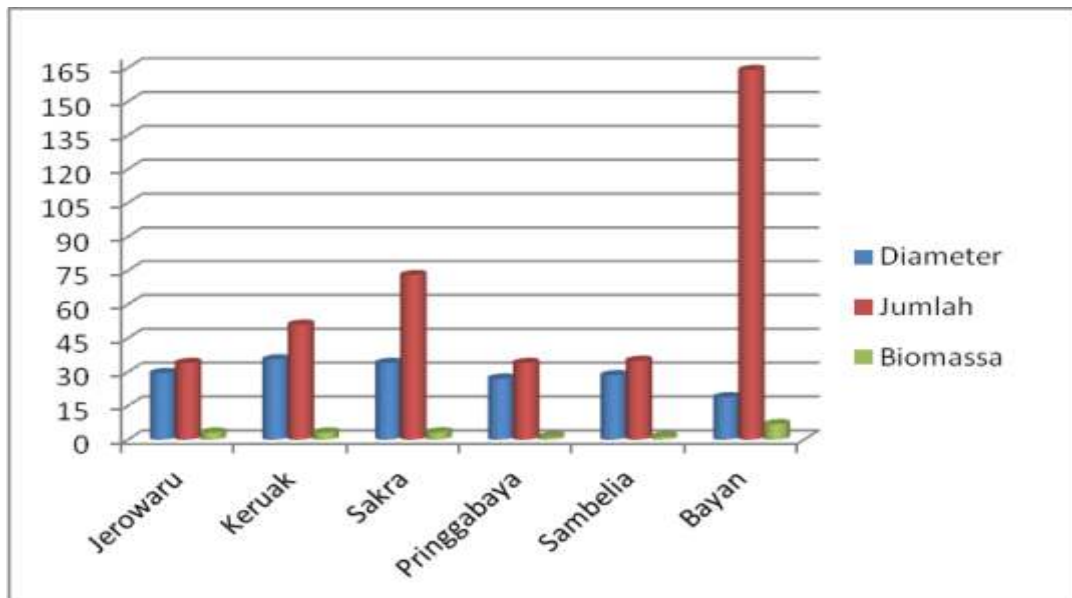
Tekstur tanah lokasi mimba di Desa Malaka Pemenang lempung berpasir, Desa Anyar Bayan pasir berlempung, Desa Sukadana Bayan tekstur pasir, dan Desa Akar-Akar Bayan pasir berlempung (Lab. Tanah BPTP NTB, 2012).

Rata-rata penyusutan berat daun dari berat basah ke berat kering udara di Lombok Utara adalah sebesar kurang lebih 60 %. Relatif tidak ada penyusutan yang menonjol dari masing-masing lokasi, karena perbedaan tempat tumbuh mimba dengan tempat pengeringan relatif tidak jauh berbeda.

Berdasarkan hasil biomassa daun per pohon tersebut dapat ditentukan stok biomassa daun mimba yang tersedia di Lombok. Lebih akuratnya di Lombok Utara dan Selatan, sebagai bahan baku obat-obatan dan pestisida nabati. Menurut Susila (2014), tanaman

mimba banyak terdapat di Kabupaten Lombok Timur dan Lombok Utara. Stok biomassa daun mimba per kecamatan adalah Jerowaru 0,31 ton, Keruak 0,31 ton, Sakra 0,32 ton,

Pringgabaya 0,13 ton, Sambelia 0,13 ton dan Kecamatan Bayan 0,69 ton. Potensi tegakan dan stok daun mimba per kecamatan disajikan pada Gambar 1.



Keterangan (Remark) : cm untuk satuan diameter, pohon untuk satuan jumlah populasi, dan kwintal untuk biomassa ;
(cm for diameter unit, tree for the population number unit, and quintal for biomass)
Sumber (source) : Diolah dari Susila, 2014 (Adapted from Susila, 2014)

Gambar 1. Potensi tegakan dan biomassa daun mimba per kecamatan
Figure 1. Potential of Stands and Neem Leaf Biomass per Subdistrict

Kebanyakan tanaman mimba dijumpai pada lahan-lahan milik sebagai pembatas kebun, yang kondisinya bukan sebagai tanaman dominan, bercampur dengan tanaman penghasil kayu (jati, mahoni, mindi, dll) dan tanaman serbaguna (mangga, jambu mente, kelapa dll). Tanaman mimba ditemukan dan tumbuh baik pada ketinggian kurang dari 100 m dpl di lahan-lahan kering dekat pantai. Sesuai dengan hasil pengamatan sebelumnya, bahwa tegakan mimba di Pulau Lombok pada umumnya ditemukan secara potensial di lahan-lahan kering dataran rendah, umumnya dengan potensi air tanah yang rendah, dan menyebar memanjang sepanjang daerah sekitar pantai (Susila *et al*, 2014).

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa sudah relatif langka menemukan pohon mimba

berdiameter di atas 40 cm di Lombok, kemungkinan populasinya mengalami penurunan. Hal ini akan berpengaruh langsung dengan penurunan stok daun dimasa yang akan datang sebagai sumber bahan baku obat-obatan. Aktifitas penebangan untuk pemenuhan kayu bakar maupun kayu pertukangan telah banyak dilakukan masyarakat sehingga menurunkan populasi mimba (Dinas Kehutanan NTB, 2008 & Zaenal, 2007).

C. Potensi Minyak Daun Mimba

Hasil penyulingan daun mimba dan produksi minyak per pohon pada setiap pohon yang dijadikan sampel dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Produksi dan rendemen minyak per pohon di Lombok Timur
Table 3. Production and rendement of neem oil per tree at East Lombok

No Pohon (Tree)	Berat Ekstrak (Extract weight) (g)	Hasil Minyak (Oil result) (g)	Rendemen (Rendement) (%)	Produksi Minyak (Oil production) (kg)
13	350	8,94	2,55	0,13
6	490	8,99	1,83	0,07
10	560	12,01	2,14	0,28
15	900	13,67	1,52	0,40
31	430	14,23	3,31	0,14
32	540	13,98	2,59	0,15
53	850	13,25	1,56	0,15
54	600	11,48	1,91	0,17
57	650	13,26	2,04	0,21
58	720	8,32	1,16	0,08
72	500	11,28	2,26	0,08
73	320	12,88	4,03	0,09
123	540	13,67	2,53	0,12
140	570	8,39	1,47	0,04
143	700	13,79	1,97	0,04
144	620	12,89	2,08	0,15
148	876	15,75	1,80	0,10
151	680	13,05	1,92	0,19
99	720	8,23	1,14	0,03
104	380	9,26	2,44	0,13
107	480	13,88	2,89	0,20
120	750	8,93	1,19	0,06
98	220	8,86	4,03	0,22
195	460	8,80	1,91	0,02
213	480	9,16	1,91	0,04
215	420	9,85	2,35	0,07
230	680	9,34	1,37	0,10
Rerata	573,6	11,34	2,14	0,13

Pada Tabel 3 terlihat bahwa kisaran rendemen minyak pada setiap pohon adalah 1,14 – 4,03 %. Berdasarkan lokasi tempat tumbuh mimba, rata-rata rendemen dan produksi minyak adalah di lokasi Jerowaru 2,3 % dan 0,20 kg, Keruak 2,16 % dan 0,13 kg, Sakra 1,94 % dan 0,11 kg, dan Sambelia 1,88%

dan 0,07 kg. Perbedaan rendemen pada setiap lokasi kurang begitu menonjol, bahkan rendemen masing-masing pohon pada satu lokasipun terdapat perbedaan yang hampir sama, seperti mimba yang tumbuh di Jerowaru (nomor pohon 6 – 32).

Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tempat tumbuh mimba dalam penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen minyak.

Dugaan awal perbedaan rendemen minyak dari daun mimba disebabkan oleh perbedaan kondisi daun, seperti daun tua dan daun muda. Namun dalam penelitian ini

perbedaan umur daun, baik itu daun yang muda maupun yang tua tidak menunjukkan perbedaan rendemen minyak yang konsisten. Oleh karena itu perlu dikaji lebih jauh untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi rendemen minyaknya.

Tabel 4. Produksi dan rendemen minyak per pohon di Lombok Utara
Table 4. Production and rendement of neem oil per tree at North Lombok

No Pohon (Tree)	Berat Ekstrak (Extract weight) (g)	Hasil Minyak (Oil result) (g)	Rendemen (Rendement) (%)	Produksi Minyak (Oil production) (kg)
354	300	10,28	3,43	0,11
355	200	13,13	6,57	0,04
357	250	14,54	5,82	0,12
358	355	11,49	4,60	0,09
370	357	9,15	3,66	0,15
371	410	12,65	3,09	0,13
366	560	6,72	1,20	0,11
373	220	12,00	5,45	0,16
329	480	16,19	3,37	0,17
350	450	9,64	2,14	0,10
340	270	15,56	5,76	0,74
324	500	15,85	3,17	0,34
377	210	10,36	4,93	0,11
395	200	3,12	1,56	0,05
388	330	7,43	2,25	0,10
389	168	13,14	7,82	0,25
391	270	9,06	3,36	0,15
386	760	16,61	2,19	0,08
384	300	11,76	3,92	0,17
398	110	10,48	9,53	0,32
397	230	9,35	4,07	0,06
466	480	11,54	2,40	0,16
452	480	4,23	0,88	0,08
458	450	9,63	2,14	0,16
461	420	13,36	3,18	0,15
401	410	8,07	1,97	0,12
426	370	14,95	4,04	0,11
418	560	8,18	1,46	0,03
415	520	12,73	2,45	0,15
411	950	11,50	1,21	0,08
472	850	16,36	1,92	0,38
Rerata	393,8	11,26	3,53	0,16

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kisaran rendemen minyak pada setiap pohon adalah

0,88 – 9,53 %, lebih fluktuatif dibandingkan dengan hasil rendemen minyak dari Lombok

Timur. Berdasarkan dari lokasi tempat tumbuh tanaman mimba di Lombok Utara, rata-rata rendemen dan produksi minyak mimba adalah di Desa Anyar 4,1 % dan 0,18 kg, Sukadana 4,34 % dan 0,15 kg, dan Desa Akar-Akar 2,17 % dan 0,14 kg. Rata-rata rendemen minyak dari Lombok Utara lebih besar dari pada Lombok Timur. Perbedaan rendemen ini kemungkinan karena dominan pengaruh tempat tumbuh (*site*), seperti ketinggian tempat yang berpengaruh pada kelembaban (kadar air), kesuburan tanah (kandungan unsur-unsur makro dan mikro) dan iklim/cuaca saat pengumpulan daun.

C.Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Potensi Daun

Uji korelasi antar dan inter variabel dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan sebagai dasar untuk memprediksi potensi daun dengan bantuan program statistik SPSS 18,0 (Elcom, 2010). Variabel tak bebas yang digunakan adalah berat basah total daun per pohon (*Bbtd*), sedangkan untuk variabel bebas adalah diameter pohon (*dbh*), lebar tajuk (*l_tjk*), tinggi pohon (*t_phn*), tinggi pangkal tajuk (*t_ptjk*), jumlah cabang (*j_cb*), dan jumlah ranting (*j_rt*). Hasil uji korelasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefesien korelasi antar seluruh variabel
Table 5. Correlation coefficient between all variables

	<i>dbh</i>	<i>l_tjk</i>	<i>t_phn</i>	<i>t_ptjk</i>	<i>j_cb</i>	<i>j_rt</i>	<i>Bbtd</i>	<i>alt</i>	<i>pH</i>
<i>dbh</i>	1	0,756**	0,250*	-0,047	0,512**	0,644**	0,428**	-0,186	0,307**
<i>l_tjk</i>	0,756**	1	0,160	-0,193	0,556**	0,708**	0,529**	-0,135	0,363**
<i>t_phn</i>	0,250*	0,160	1	0,639**	0,032	0,121	0,093	-0,141	-0,135
<i>t_ptjk</i>	-0,047	-0,193	0,639**	1	-0,181	-0,271**	-0,183	-0,072	-0,273**
<i>j_cb</i>	0,512**	0,556**	0,032	-0,181	1	0,734**	0,384**	0,072	0,184
<i>j_rt</i>	0,644**	0,708**	0,121	-0,271**	0,734**	1	0,568**	-0,178	0,345**
<i>Bbtd</i>	0,428**	0,529**	0,093	-0,183	0,384**	0,568**	1	-0,156	0,174
<i>alt</i>	-0,186	-0,135	-0,141	-0,072	0,072	-0,178	-0,156	1	-0,113
<i>pH</i>	0,307**	0,363**	-0,135	-0,273**	0,184	0,345**	0,174	-0,113	1

*Keterangan (Remark): **Correlation is significant at the 0.01 level.*
**Correlation is significant at the 0.05 level*

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa ada empat variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap produksi daun mimba yaitu diameter pohon, lebar tajuk, jumlah cabang dan jumlah ranting, sedangkan faktor variabel lingkungan, yaitu tinggi tempat (*altitude*) dan tingkat kesuburan tanah (*pH*) kurang berpengaruh. Variabel jumlah ranting mempunyai korelasi yang paling tinggi, kemudian secara berurutan adalah lebar tajuk, diameter pohon dan jumlah cabang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn) di Bali dan NTB, bahwa produksi buah nyamplung sangat

dipengaruhi oleh faktor ukuran dimensi pohon seperti diameter dan lebar tajuk, sedangkan faktor tempat tumbuh kurang berpengaruh (Susila dan Handoko, 2015). Menurut Foster (2008) bahwa produksi buah yang banyak (*abundance*) berkorelasi dengan ukuran tajuk pohon dan kerapatan tajuk (*foliage density*), termasuk kerapatan cabang dan ranting.

Berdasarkan hasil korelasi tersebut dicoba dikaji model estimasi potensi daun mimba disusun berdasarkan sebaran mimba di Lombok. Tahap awal, menggunakan satu variabel bebas untuk memprediksi potensi daun per pohon. Beberapa bentuk model

regresi yang dikaji adalah model linear ($P = a + b X$), model logaritma ($P = \text{Log } a + b \ln X$), model kuadrat ($P = a + b X + c X^2$), model power ($P = a X^b$) dan model exponentia ($P = a e^{bx}$), dimana P adalah potensi daun, X adalah parameter tertentu sebagai peubah bebas. Huruf a , b , dan c adalah konstanta, dan $e =$

2,7183 (Gomez, *et al.*, 1995, Simon, 2007). Model terbaik pada setiap variabel bebas dikaji melalui nilai *R-square* (r^2), standard error dan kemudahan tingkat aplikasi model. Model persamaan regresi terbaik untuk menentukan produksi daun (berat basah daun/bbtd) pada setiap variabel bebas ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Model-model terbaik produk daun pada setiap variabel
Table 6. The best models of leaf product on every variable

No.	Variabel (Variables)	Model Regresi (Regression models)	R-square (%)	Se (%)	Sig
1	Diameter	Bbtd = 0,337 dbh ^{1,088}	21,6	5,45	0,000
2	Lebar tajuk	Bbtd = 1,370 l_tjk ^{1,116}	33,5	5,02	0,000
3	Tinggi pohon	Bbtd = 5,728 t_phn ^{0,186}	0,4	6,14	0,554
4	Tinggi pangkal tajuk	Bbtd = 14,697 t_ptjk ^{-0,384}	4,1	6,03	0,044
5	Jumlah cabang	Bbtd = 3,735 j_cb ^{0,576}	21,5	5,45	0,000
6	Jumlah ranting	Bbtd = 0,823 j_rt ^{0,650}	41,9	4,69	0,000

Pada Tabel 6 terlihat bahwa dari enam variabel bebas yang dicoba menghasilkan model persamaan regresi terbaik yaitu model power, ditinjau dari nilai koefisien determinasi (*R-square*) dan kesalahan baku (*Se*) yang dihasilkan. Model-model terpilih tersebut memenuhi persyaratan untuk menduga produksi daun mimba sesuai yang diperkenankan. Menurut Prodan (1965) dalam Hardjana (2013), dalam menyusun model berdasarkan persamaan regresi yang menggunakan satu peubah diperkenankan kesalahan baku (*Se*) maksimal 25 %. Pada model nomor 3 hasilnya kurang signifikan pada taraf kepercayaan 95 %.

Berdasarkan *R-square* dan *Se*, model nomor 6 dengan variabel jumlah ranting adalah model terbaik untuk menentukan potensi daun mimba. Hal ini sesuai dengan nilai koefisien korelasi yang tertinggi pada hubungan kedua variabel tersebut (Tabel 5). Model regresi power paling banyak ditemukan dan digunakan untuk menduga volume pohon berdiri (V)

dengan satu variabel diameter (D), yaitu $V = a D^b$ (Muhdin, 2003), karena alasan kesederhanaan dan kepraktisan model. Hasil penelitian seperti model $V = a D^b$ didukung juga oleh hasil-hasil penelitian pada jenis-jenis hutan tanaman di dalam kawasan hutan, yaitu jenis *Acacia mangium* sampai ketinggian pohon pada diameter batang 7 cm (V_7) di Balikpapan 0,000793 D1,8873 (Bustomi, 1988), jenis damar (*Agathis loranthifolia*) di Banyumas $V_7 = 0,000142 D2,4546$ (Siswanto dan Krisnawati, 1998), dan jenis *Eucalyptus deglupta* sampai tinggi pohon bebas cabang (V_{bc}) di Sulawesi Selatan = 0,000257 D2,2563 (Siswanto dan Suyat, 2006).

Satu parameter jumlah ranting berpengaruh maksimal sampai 42 % terhadap potensi daun mimba, lebih dari 58 % dipengaruhi oleh variabel yang lain (lihat Tabel 5). Selain kombinasi faktor variabel internal seperti tersebut di atas, besaran potensi daun juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti lingkungan (tempat tumbuh/site dan tinggi

tempat). Dalam hal ini, tempat tumbuh (tingkat kesuburan) diwakili oleh pH tanah dan tinggi tempat oleh elevasi (alt). Oleh karena itu, untuk menduga potensi daun mimba tidak cukup hanya satu parameter saja, melainkan beberapa parameter yang berpengaruh terhadap potensi daun.

Dalam penyusunan persamaan *linear* pendugaan potensi daun dengan menggunakan dua atau lebih variabel bebas. Parameter pertama yang dipilih adalah diameter atau lebar

tajuk karena mempunyai tingkat kesulitan pengukuran relatif paling rendah, kemudian parameter berikutnya dipilih variabel bebas yang mempunyai korelasi tidak signifikan dengan variabel bebas yang digunakan sebelumnya. Penggunaan variabel-variabel yang saling berpengaruh (signifikan) kurang meningkatkan *R-Square* model yang dihasilkan. Oleh karena itu, berdasarkan Tabel 5 akan dicoba beberapa model dengan susunan variabel bebas seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Model-model penduga produk daun dengan dua atau lebih variabel bebas
Table 7. The estimation models of leaf product with two or more free variables

No.	Variabel (Variables)	Model Regresi (Regression models)	R-square (%)	Se (%)	Sig
1.	Diameter, lebar tajuk	a. $Bbtd = -0,100 + 0,025 dbh + 0,746 l_tjk$	26,3	24,00	0,000
		b. $Bbtd = 1,132 dbh^{0,098} l_tjk^{1,055}$	33,5	2,19	0,000
2.	Diameter, tinggi pangkal tajuk, altitude	a. $Bbtd = 4,472 + 0,522 dbh - 0,856 t_ptjk - 0,032 alt$	21,8	62,11	0,000
		b. $Bbtd = 1,273 dbh^{1,027} t_ptjk^{-0,415} alt^{-0,183}$	28,0	2,29	0,000
3.	Lebar tajuk, tinggi pohon, altitude	a. $Bbtd = 0,532 + 2,030 l_tjk - 0,007 t_phn - 0,029 alt$	28,7	59,30	0,000
		b. $Bbtd = 3,670 l_tjk^{1,102} t_phn^{-0,152} alt^{-0,187}$	36,1	2,16	0,000
4.	Jumlah ranting, Tinggi pohon, altitude	a. $Bbtd = 4,687 + 0,131 j_rt + 0,060 t_phn - 0,018 alt$	32,7	57,64	0,000
		b. $Bbtd = 1,845 j_rt^{0,638} t_phn^{-0,093} alt^{-0,168}$	44,0	2,03	0,000

Pada Tabel 7 terlihat bahwa dengan menggunakan model linear berganda, nilai kesalahan bakunya (*Se*) melebihi persyaratan yang diperkenankan oleh Prodan (1965) dalam Hardjana (2013), yaitu lebih dari 20 %. Untuk mensiasatinya dicoba melakukan transformasi data dengan cara log semua data dan dianalisis dengan model yang sama (model linear berganda) sehingga terjadi perubahan persamaan regresi, yaitu $\log(y) = \log(\theta) + 1 \log(x_1) + 2 \log(x_2) + \dots + m \log(x_m) + \log(\epsilon)$ (Freund *et al.*, 2006). Model ini dalam

penulisannya bisa berubah menjadi model power yang hasilnya disajikan pada Tabel 7 (b). Semua model ini dengan berbagai variabel bebasnya mempunyai kesalahan baku yang relatif sangat rendah, kurang dari 3 %.

Penggunaan variabel bebas lebih dari satu untuk pendugaan potensi daun mimba hanya dapat meningkatkan *R-Square* sampai 44,0 %, kurang lebih 56 % dipengaruhi oleh faktor lain (selain jumlah ranting, tinggi pohon dan elevasi). *R-Square* dapat ditingkatkan dengan mencoba menggunakan semua variabel

bebas pada Tabel 5, yaitu menggunakan semua variabel dimensi pohon (faktor intern enam variabel) diperoleh *R-Square* 44,4 % dan faktor lingkungan (elevasi dan *pH* tanah) menjadi delapan variabel diperoleh *R-Square* 48,9 %. Hal ini berarti lebih dari 50 % masih terdapat variabel lain yang berpengaruh dan belum teridentifikasi terhadap potensi daun mimba. Kemungkinan variabel-variabel lain tersebut adalah variasi ukuran keliling dan panjang ranting, variasi kerapatan daun dalam ranting, variasi ketebalan daun, warna daun, variasi ukuran daun, dan lain sebagainya. Faktor lain yang kemungkinan berpengaruh adalah kerapatan tegakan, faktor dominasi, faktor gangguan tanaman (*pruning*/pemangkasan daun).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Potensi daun mimba per pohon di Lombok Timur adalah 7,4 – 21,6 kg, kandungan minyak dan rendemennya 0,07 – 0,20 kg dan 1,88 – 2,33 %. Di Lombok Utara potensi daun, kandungan minyak dan rendemennya adalah 8,5 – 21,2 kg per pohon, 0,14 – 0,18 kg per pohon dan 2,17 – 4,34 % . Stok biomassa daun mimba per kecamatan adalah Jerowaru 0,31 ton, Keruak 0,31 ton, Sakra 0,32 ton, Pringgabaya 0,13 ton, Sambelia 0,13 ton dan Kecamatan Bayan 0,69 ton.

Berdasarkan koefisien korelasi, urutan variabel yang sangat berpengaruh terhadap potensi daun adalah jumlah ranting, jumlah cabang, lebar tajuk dan diameter pohon. Penggunaan parameter jumlah ranting memberikan persamaan regresi terbaik untuk menduga potensi daun mimba, yaitu $Bbtd = 0,823 j_{rt}^{0,650}$ dengan koefisien determinasi 41,9 % dan kesalahan baku 4,69 %. Penggunaan seluruh variabel yang teridentifikasi seperti diameter, tajuk dan tempat tumbuh dengan model regresi linear berganda diperoleh koefisien determinasi 48,9%. Berarti ada variabel lain yang belum teridentifikasi yang berpengaruh terhadap potensi daun mimba sebesar lebih dari 50 % .

B. Saran

Untuk meningkatkan koefisien determinasi (*R-Square*) model estimasi produksi daun mimba dapat dilakukan dengan mengidentifikasi variabel bebas lain, menambah sampel dan pengulangan waktu pengumpulan daun pada berbagai kondisi iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memfasilitasi dan terlibat dalam penelitian ini, yaitu Kepala Balai Penelitian Teknologi HHBK, Kepala dan staf UPTD Kehutanan dan Perkebunan Kecamatan Keruak dan Jerowaru, Kecamatan Pringgabaya dan Suwela, Kabupaten Lombok Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, J.A dan Hidayat, A.T. 2009. *Konsep Dasar Penyulingan dan Analisa Sederhana Minyak Nilam*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Aradilla, A.S. 2009. *Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (Azadirachta indica A. Juss) terhadap Larva Aedes aegypti*. Laporan Akhir Penelitian. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang. <http://eprints.undip.ac.id>.
- Bustomi, S. 1988. *Tabel isi pohon lokal Acacia mangium untuk daerah Balikpapan*. Bul. Pen. Hutan No 495:31-38. Pusat Litbang Hutan Bogor. Bogor.
- Bustomi, S, Harbagung, dan Suyat, 2005. *Petunjuk Teknis Penyusunan Tabel Volume Pohon*. Pusat Litbang Hutan Konservasi Alam. Bogor.
- Dinas Kehutanan NTB, 2008. *Statistik Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2007*. Dinas Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Barat. Mataram.
- Foster, M.S. 2008. *Freeze-frame fruit selection by birds*. The Wilson Journal of Ornithology 120 (4): 901-905.

- Freund Rudolf J., William J. Wilson, Ping Sa. 2006. *Regression Analysis: Statistical Modeling of a Response Variable.*—2nd ed. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Gomez, K. A and Gomez, A.A. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian* (terjemahan). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hardjana, A. K. 2013. *Model Hubungan Tinggi dan Diameter Tajuk dengan Diameter Setinggi Dada pada Tegakan Tengawang Tungkul Putih (*Shorea macrophylla* (de Vriese) P.S. Ashton) dan Tungkul Merah (*Shorea stenoptera* Burck.) di Semboja, Kabupaten Sanggau.* Jurnal Penelitian Dipterocarpa, Vol 7 Nomor 1, Hal 6 – 17. Balai Besar Penelitian Dipterocarpa. Samarinda.
- Hutabarat, C., Yanti dan Dwinardi. 2012. *Fikasi Ekstrak Campuran Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan Kwalot (*Brucea javanica* L. Merr) terhadap Penggerek Polong (*Etiella zinckenella*) pada Tanaman Kacang Tanah dan Kedelai.* Thesis. Fakultas Pertanian UNIB. <http://repository.unib.ac.id>, 21 Pebruari 2014.
- Elcom. 2010. SPSS 18 : Statistik deskriptif, Tabulasi silang dan korelasi, mean, transformasi data, analisis varian, analisis regresi. CV. Andi offset. Yogyakarta.
- Lab. Tanah BPTP NTB. 2012. *Laporan Hasil Uji 5 contoh tanah dari Kab Lombok Timur dan Lombok Utara.* Laboratorium Pengujian BPTPNTB. Mataram.
- Muhdin. 2003. *Dimensi Pohon dan Perkembangan Metode Pendugaan Volume Pohon.* Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurhasbi dan D.J. Sudradjat. 2009. *Teknik Pendugaan Potensi Produksi Benih Tanaman Hutan.* Info Benih Volume II, No. 1. Puslitbang Hutan Tanaman. Bogor.
- Simon, H. 2007. *Metode Inventore Hutan.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Siswanto, B.E. dan Krisnawati, H. 1998. *Tarifisi pohon untuk *Agathis loranthifolia* Salisb. di Kesatuan Pemangkuan Hutan Banyumas Barat, Jawa Tengah.* Bul. Pen. Hutan No.515:1-7. Pusat Litbang Hutan, Bogor.
- Siswanto, B.E., Suyat. 2006. *Model pendugaan isi pohon jenis *Eucalyptus deglupta* Blume. Di Borisalo, Sulawesi Selatan.* Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol I No 2: 139-146. Bogor : Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam.
- Susila, IWW. 2014. *Potensi Mimba sebagai Bahan Baku Produk Kesehatan dan Pertanian di Bali dan Lombok.* Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Hasil Penelitian HHBK, Tanggal 04 Desember 2014 di Mataram. Kerjasama Balai Penelitian Teknologi HHBK, Fak Ilmu Kehutanan UNTB dan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram. Mataram.
- Susila, IWW. dan Handoko, C. 2015. *Tempat Tumbuh dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Potensi Buah Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn) di Nusa Tenggara Barat dan Bali.* Prosiding Seminar Nasional Sewindu BPTHBK Mataram. Hal 250-261. Badan Litbang dan Inovasi, Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. Mataram.
- Susila, IWW., Cakrawarsa, G., Handoko, C. 2014. *Potensi dan Tata Niaga Mimba (*Azadirachta indica* A.Juss) di Lombok.* Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, Vol. 11 No. 2, hal. 123 – 135. Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan. Bogor.
- Z a e n a l, B. 2007. *Pengalaman Menyelenggarakan Hutan Kemasyarakatan (HKM) di Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).* Bahan Masukan dalam Kegiatan Konsultasi Publik Draft Permenhut tentang HKM dan Hutan Desa, 20 Juni 2007. Dinas Kehutanan Propinsi NTB. Mataram.
- Www. Flu.org.cn/en/download – 79. Htnl. 2008. Curve Expert 1.3. Diakses tanggal 7 September 2008.

PETUNJUK PENULIS

BAHASA: Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia dengan abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

FORMAT: Naskah ditulis dalam format kertas berukuran A4, dengan margin atas 3 cm, margin bawah 3 cm, margin kiri dan kanan masing-masing 2 cm. Panjang naskah hendaknya maksimal 20 halaman, termasuk lampiran. Jarak antara paragraf adalah satu spasi tunggal.

JUDUL: Judul bersifat informatif, spesifik, efektif dan maksimal 15 kata. Jika naskah dalam bahasa Indonesia, ditulis terlebih dahulu judul bahasa Indonesia kemudian diikuti judul dalam bahasa Inggris. Nama penulis ditulis secara lengkap di bawah judul tanpa menyebutkan gelar. Di bawahnya, dicantumkan nama lembaga dan alamat lengkap tempat penulis bekerja beserta alamat e-mail penulis pertama untuk korespondensi. Jika penulis lebih dari satu orang dan bekerja di lembaga yang sama, maka pencantuman satu alamat telah dianggap cukup mewakili alamat penulis lainnya.

ABSTRAK: Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris yang masing-masing dilengkapi dengan kata kunci (*keywords*). Dibuat tidak lebih dari 250 kata berupa intisari permasalahan secara menyeluruh, dan bersifat informative mengenai hasil yang dicapai.

KATAKUNCI: Kata kunci antara tiga sampai lima kata, dengan klasifikasi dari paling umum, penting dan dipisahkan dengan koma.

TABEL: Judul tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dengan bahasa Indonesia dan Inggris dengan jelas dan singkat. Penomoran tabel menggunakan angka Arab (1,2,...). Penggunaan tanda koma (,) dan titik (.) pada angka didalam tabel masing-masing menunjukkan nilai pecahan/decimal dan kebulatan seribu. Dilengkapi dengan sumber keterangan yang jelas dibawahnya.

GAMBAR: Grafik dan ilustrasi lain berupa gambar harus kontras, ukuran proporsional serta beresolusi tinggi. Setiap gambar dilengkapi nomor urut, judul dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

FOTO: Foto harus mempunyai ketajaman yang baik, dilengkapi judul dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

DAFTAR PUSTAKA: Daftar Pustaka mengacu gaya Harvard atau *American Psychological Association* (APA), harus disusun menurut abjad nama pengarang. (Tahun terbit), judul pustaka, media, Vol (No), Hal. Penerbit dan kota penerbit. Sumber kutipan primer paling sedikit 80% dari total Daftar Pustaka. Kutipan tulisan sendiri dibatasi 30% dari total Daftar Pustaka. Kemutakhiran kutipan paling lam adalah kurun waktu sepuluh tahun terakhir.

CONTOH PENGUTIPAN:

Buku: Penulis-nama belakang dan inisial nama depan, baik hanya satu penulis maupun banyak penulis. (Tahun publikasi). *Judul buku dengan huruf besar hanya di awal kata pertama italic*. Tempat publikasi: Penerbit.

Puspitojati, T., Rachman, E., & Ginoga, K.L. (2014). *Hutan tanaman pangan: Realitas, konsep dan pengembangan*. Yogyakarta: PT. Kanisius.

Bagian dari Buku:

Djaenudin, D. (2014). Kelayakan ekonomi usaha jasa lingkungan di KPHL Pohuwatu, Provinsi Gorontalo. Dalam B. Hernowo, & S. Ekawati (Eds.) *Operasionalisasi Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH): Langkah awal menuju kemandirian*. Yogyakarta: PT. Kanisius.

Jurnal/Prosiding: Penulis Jurnal-Nama belakang dan inisial, baik satu atau lebih penulis (Tahun terbit). Judul artikel jurnal. *Nama Jurnal italic*, volume (*issue* atau Nomor), Halaman.

Santoso, A., & Malik, J. (2012). Perak berbasis resorsinol dari ekstrak limbah kayu merbau. Dalam G. Pari, A. Santoso, Dulsalam, J. Balfas, & Krisdianto (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Mendukung Industri Hijau Kehutanan* (hal.91-101).

Jurnal Elektronik dengan DOI: Nomor volume ditulis miring.

Turjaman, M., Tamai, Y., Santoso, E., Osaki, M., & Tawaraya, K. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi increased early growth of two nontimber forest product species *Dyera polyphylla* and *Aquilaria filaria* under greenhouse conditions. *Mycorrhiza*, 16 (7), 459-64. doi:10.1007/s00572-006-0059-4.

Jurnal tanpa DOI:

Hendra, D., Gusti, R.E.P., & Komarayati, S. (2014). Pemanfaatan limbah tempurung kemiri sunan (*Aleurites trisperma*) sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif [Utilization of kemiri sunan shell waste as raw material in manufacturing of activated charcoal]. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(4), 271-282.

Majalah Online:

Wong, J. (2015, November). Are Asian furniture manufacturers ready for industry 4.0? *FDM Asia*, 27 (6). Diakses dari <http://www.fdmasia.com/ebook/2015/NovDec/index.html#p=2>

Surat Kabar Online:

Sasongko, A. (2016, Januari 28). Kesadaran masyarakat selamatkan satwa dilindungi meningkat. *Republika*. Diakses dari <http://www.republika.co.id>

Surat Kabar Cetak:

Laksmi, B.I., & Susanto, I. (2015, Agustus 10). Spesies dan kesejahteraan. *Kompas*, hal. 14.

Satwa dilindungi dijual secara daring. (2015, Agustus 2). *Kompas*, hal. 14.

Desertasi Doktor:

Siswiyanti, Y. (2015). *Konstelasi politik kebijakan internasional perubahan iklim dalam pengelolaan hutan Indonesia secara lestari* (Desertasi Doktor). Institut Pertanian Bogor, Bogor.



BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOG HASIL HUTAN BUKAN KAYU
Research and Development Institute of Technology Non Timber Forest Product

Alamat Redaksi:

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
Jalan Darma Bakti No. 7 Langko, Lingsar, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat
Telepon/Fax : 0370-6175552/6175482
Email : jurnalfaloak@gmail.com
Website: <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPKF>

ISSN: 2579-5805



9 772579 580009