

# JURNAL

penelitian **HUTAN** tanaman

Vol. 16 No. 1, Juni 2019

FENOLOGI DAUN *Dicksonia blumei* (Kunze) Moore  
DI KEBUN RAYA "EKA KARYA" BALI, INDONESIA

PENERAPAN TEKNIK MULSA VERTIKAL PADA LAHAN  
TERDEGRADASI DI CARITA, PROVINSI JAWA BARAT

MODEL INTERAKSI PELAKU HUTAN RAKYAT  
DALAM PERDAGANGAN KAYU: PENDEKATAN SIMULASI  
MODEL BERBASIS AGEN

PENGARUH PENYIMPANAN DAN WAKTU PENETASAN  
TELUR TERHADAP KUALITAS BIBIT ULAT SUTRA  
DAN KUALITAS KOKON *Bombyx mori* L.

MODEL TAPER BAMBU BETUNG



**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HUTAN**  
BADAN PENELITIAN, PENGEMBANGAN DAN INOVASI  
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

Terakreditasi  
SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan  
No: 21/E/KPT/2018

# JURNAL PENELITIAN HUTAN TANAMAN

## Vol. 16 No. 1, Juni 2019

Jurnal Penelitian Hutan Tanaman adalah media resmi publikasi ilmiah hasil penelitian dalam bidang aspek Hutan Tanaman, antara lain: Perbenihan, Pembibitan, Teknik Silviculture, Pemuliaan Pohon, Perlindungan Hutan Tanaman (meliputi nama penyakit, gulma, kebakaran), Biometrika, Sistem Silviculture, Sosial Ekonomi, Pengelolaan Lingkungan Hutan Tanaman dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dengan frekuensi tiga kali setahun (April, Agustus, Desember) sejak Vol. 13 No. 1 Juni 2016 Jurnal Penelitian Hutan Tanaman terbit dengan frekuensi dua kali setahun (Juni, Desember)

### Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

### Dewan Redaksi (Editorial Board)

#### Deputi Editor

Ahmad Gadang Pamungkas, S.Hut., M.Si

#### Editor

Dr. Darwo

(Silviculture dan Biometrika Hutan - KLHK)

### Dewan Redaksi

Prof. Dr. Hardjanto

(Ekonomi dan Sosial Kehutanan - IPB)

Lutfy Abdullah, S.Hut, M.Si

(Biometrika - KLHK)

Henti Hendalastuti Rachmat, S.Hut, M.Si, Ph.D

(Silviculture; Genetik - KLHK)

Hani S. Nuroniah, S.Si, M.Si, Ph.D.

(Silviculture - KLHK)

R. Deden Djaenudin, S.Si., M.Si

(Ekonomi SDA dan Lingkungan - KLHK)

### Reviewer

Prof (Riset). Dr. Nina Mindawati

(Silviculture - KLHK)

Prof. Dr. Bambang Hero Saharjo

(Kebakaran Hutan dan Lingkungan, Environmental Destruction - KLHK)

Prof. Dr. Cahyono Agus D. K

(Ilmu Tanah Hutan - UGM)

Prof. Dr. SM Widyastuti

(Perlindungan Hutan, Patologi Hutan - UGM)

Dr. Noor Farikhah Haneda

(Hama dan Penyakit Tanaman - IPB)

Dr. Lailan Syaufani

(Perlindungan Hutan - IPB)

Dr. Tania June

(Iklim-Tanaman Mikrometeorologi, Fliks CO<sub>2</sub> - IPB)

Asep Hidayat, S.Hut., M.Agr., Ph.D

(Mikrobiologi - KLHK)

Dr. Juang Rata Matangaran

(Manajemen Hutan - IPB)

Dr. Arif Nirsatmanto

(Pemuliaan Tanaman Hutan - KLHK)

Dr. Yulianti Bramasto

(Silviculture/Perbenihan - KLHK)

Dr. Made Hesti Lestari Tata, S.Si., M.Si

(Silviculture - KLHK)

Dr. Ir. Sri Suharti, M.Sc

(Perhutanan Sosial - KLHK)

Prof. Dr. Cahyono Agus D.K.

(Ilmu Tanah Hutan - UGM)

Dr. Tatang Tiryana

(Perencanaan Pengelolaan Hutan - IPB)

Prof. Dr. Iskandar Zulkarnaen Siregar

(Pemuliaan Pohon dan Genetika Molekuler - IPB)

Dr. Irdika Mansur

(Silviculture; Reklamasi dan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambag - IPB)

Dr. Maman Turjaman

(Mikologi - KLHK)

Neo Endra Lelana, S.Si, M.Si

(Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Made Hesti Lestari Tata, S.Si, M.Si.

(Silviculture - KLHK)

Dr. Basuki Wasis

(Ilmu Tanah Hutan - IPB)

Dr. Sri Suharti

(Perhutanan Sosial - KLHK)

Siti Latifah, Ph.D

(Pemuliaan Tanaman Hutan - KLHK)

### Copy Editor

Fathimah Handayani, S.Hut., M.For.Sc

(Konservasi Tanah dan Air - KLHK)

Drh. Pujo Setio, M.Si

(Konservasi Sumberdaya Alam - KLHK)

### Editor Bagian (Sec. Editor)

Retno Agustarini, S.Hut., M.Si

(Silviculture - KLHK)

Mamay Maisaroh, S.Hut., M.Si

(Manajemen - KLHK)

Rosita Dewi, S.Hut., M.IL

(Sosial Ekonomi - KLHK)

Retno Kusumastuti Rahajeng, SH., M.Hum

(Manajemen - KLHK)

Merry M. Dethan, SP

(Ilmu Tanah - KLHK)

Rizki Ary Fambayun, S.Hut., M.Sc

(Konservasi Sumberdaya Genetika - KLHK)

Yeni Nuraeni, S.Hut

(Perlindungan Hutan - KLHK)

### Layout Editor

Zamal Wildan, S.Kom

### Administrasi Web

Apid Robini Eka Prawira, S.T

### Administrasi

Ari Wibowo, A.Md

Diterbitkan oleh:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi  
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Terbit pertama kali September 1996 dengan judul Buletin Pemuliaan Pohon (ISSN 1410-1165), Sejak April 2003 berganti judul menjadi Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan (ISSN 1693-7147), dan sejak April 2004 berganti judul menjadi Jurnal Penelitian Hutan Tanaman (ISSN 1829-6327)

Alamat:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Jl. Gunung Batu No. 5 Kotak Pos 165, Bogor 16610, Jawa Barat, Indonesia  
Telp. +62-8633234; Fax. +628638111

Email: [jurnalpht@gmail.com](mailto:jurnalpht@gmail.com)

Jurnal elektronik (E-journal): <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPHT>

Terakreditasi  
Berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan  
(No: 21/E/KPT/2018)

## JURNAL PENELITIAN HUTAN TANAMAN

Vol. 16 No. 1, Juni 2019

### DAFTAR ISI

1. **FENOLOGI DAUN *Dicksonia blumei* (Kunze) Moore DI KEBUN RAYA “EKA KARYA” BALI, INDONESIA**  
*Leaf phenology of Dicksonia blumei (Kunze) Moore at “Eka Karya” Bali Botanic Garden, Indonesia*  
**Siti Fatimah Hanum** \_\_\_\_\_ 1-8
2. **PENERAPAN TEKNIK MULSA VERTIKAL PADA LAHAN TERDEGRADASI DI CARITA, PROVINSI JAWA BARAT**  
*Application of Vertical Mulch Technique on Degraded Land at Carita, West Java Province*  
**Pratiwi, Nina Mindawati dan/and Darwo** \_\_\_\_\_ 9-20
3. **MODEL INTERAKSI PELAKU HUTAN RAKYAT DALAM PERDAGANGAN KAYU: PENDEKATAN SIMULASI MODEL BERBASIS AGEN**  
*The Interaction Model of Community Forest Behavior in Wood Trade: Agent Based Modelling Approach*  
**Lutfy Abdulah** \_\_\_\_\_ 21-34
4. **PENGARUH PENYIMPANAN DAN WAKTU PENETASAN TELUR TERHADAP KUALITAS BIBIT ULAT SUTRA DAN KUALITAS KOKON *Bombyx mori* L.**  
*The Effect of Egg Preservation and Hatching Schedule on Seed Quality and Cocoon Quality of Silkworm Bombyx mori L.*  
**Lincah Andadari dan/and Kuntadi** \_\_\_\_\_ 35-45
5. **MODEL TAPER BAMBU BETUNG**  
*The Taper Model of Dendrocalamus asper Backer ex Heyne*  
**Lutfy Abdulah dan/and Sutiyono** \_\_\_\_\_ 47-57



JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 16 No. 1, 2019

E-ISSN : 2442-8930

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*181.8

Siti Fatimah Hanum (Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya “Bali-LIPI)

*Leaf phenology of Dicksonia blumei (Kunze) Moore at “Eka Karya” Bali Botanic Garden, Indonesia*

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 1-8

*Dicksonia blumei (Kunze) Moore is one type of tree ferns that can be utilized as medicinal and ornamental plant. However, literature on phenology research of this species, is very limited even to date. The purpose of this research is to understand the phenology phase of D. blumei and to analyze the correlation of each phenology phase to climate factor, particularly temperature and rainfall. This information is expected to support D. blumei's reintroduction activities. The phenology of D. blumei in Eka Karya Bali Botanical Garden was observed from May 2015 to May 2016 using 30 plant samples. Several samples produced sterile and fertile leaves during observation. Phenological phases include frond emergence, leaf development, leaf maturation (characterized by spore), leaf senescence and mature spore formation until spore release. The number of developed leaves was less than the number emerged frond, while the number of whitered leaves was less than the number of matured leaves. The average number of days needed from frond to withered phase was  $254.31 \pm 6.8$  days. Leaf development phase was negatively correlated with temperature, while leaf senescence phase was positively correlated with rainfall. Fertility and leaf production were not correlated with climate factors or seasonal variations. These results show that phenological rhythms of D. blumei were not influenced by climate variations.*

*Key words: Dicksonia blumei, phenology, rainfall, temperature*

UDC/ODC 630\*114.5

Pratiwi, Nina Mindawati and Darwo (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

*Application of Vertical Mulch Technique on Degraded Land at Carita, West Java Province*

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 9-20

*Degraded land in the Carita Research Forest, West Java is commonly found in slopes. As a result, erosion, runoff and nutrient loss often occur in this area. To address these problems, the application of soil and water conservation techniques with a vertical mulch technique is required. The aim of the study was to determine the effect of vertical mulch treatment on the amount of runoff, erosion, nutrient loss and also its impact on the growth of S. johorensis, G. gnemon, and P. speciosa. The results showed that soil and water conservation techniques with vertical mulch are very effective in reducing runoff, erosion and nutrient losses (N, P, K, Ca and Mg). The vertical mulch of mixed planting pattern between S. johorensis and G. gnemon could decrease the surface run off and erosion by 61.74% and 57.14%, respectively, while the mixture of S. johorensis and P. speciosa decreased the runoff and erosion rate equal to 81.39% and 17.64%, respectively. In addition, the use of vertical mulch could also increase the growth of the tree species until the age of 3 years in the field compared to those without treatment.*

*Keywords: Vertical mulch technique, degraded land, Carita Reseach Forest*

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 16 No. 1, 2019

E-ISSN : 2442-8930

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*641

Lutfy Abdullah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

*The Interaction Model of Community Forest Behavior in Wood Trade: Agent Based Modelling Approach*

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 21-34

*The sustainability of private forest depended on market mechanisms and the role of policy act. It is a result of interaction among agents. The aim of this study is to find the best strategy in strengthening the position of wood products in trade and its implication for existence of private forest using agent based modeling. The modeling is made using open sources software i.e. Netlogo. The result showed that if there is no competitor's market share, then forest cover tends to be stable. Conversely, if there are competitors, then the community will tend to convert their forest land to other land uses. In this situation, government must take a position by issuing wood trade policies. There are two strategies might be taken, i.e. setting based price for wood products or facilitating trade cartel. First strategy will provide impact like reducing deforestation but only temporary. While, the second strategy will induce the productivity of private forest farmers and maintain forest sustainability by delaying forest conversion and improving land cover with forest. This model needs to be developed by adding variables production capacity and others.*

*Keywords: agent based modeling, private forest, construction wood, wood trade*

UDC/ODC 630\*232.318

Lincih Andadari and Kuntadi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

*The Effect of Egg Preservation and Hatching Schedule on Seed Quality and Cocoon Quality of Silkworm Bombyx mori L.*

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 35-45

*Silkworm eggs are a key factor in sericulture industry. Good quality of silkworm eggs cannot be produced any times. Therefore eggs preservation techniques becoming the most important aspect to be handled. Storage trial of Bombyx mori L. silkworm eggs through one cooling stage at 5 C was carried out to obtain appropriate preservation techniques for longterm period. A factorial experiment based on randomized block design was performed to study the egg preservation and hatching techniques of 2 silkworm races. The results showed that cold storage duration affected incubation period and hatching uniformity. High hatching percentage (>90%) was produced by eggs preservation at 25 °C for 1 day followed by cold storage (5 °C ) for 69 days, then treated with HCl of 1.094 specific gravity at 48 C for 7 minutes. The duration of cold storage affected the hatching percentage, but did not affect the quality of caterpillars and cocoon productions. Silkworm hybrid produced higher quality cocoon compare to pure strain. Eggs preservation at room temperature (25 °C) for 10 days followed by refrigeration at 5 °C for 60 days produced better quality of eggs and cocoons.*

*Keywords: hatching technique, production, sericulture*

**JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH**

**ISSN : 1829-6327**

**Vol. 16 No. 1, 2019**

**E-ISSN : 2442-8930**

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*287

Lutfy Abdulah and Sutiyono (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

*The Taper Model of Dendrocalamus asper Backer ex Heyne*

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 47-57

*Informations on the individual growth of bamboo stems such as dimensions of node length, node diameter, and wall-node thick are needed to increase bamboo processed yield. This study aimed to provide a model of growth estimation of individual growth of bamboo stems. Destruction method was used, and resulting data was sorted sorted by time. The correlation between age and dimensions was analyzed with cross-section technique. The results showed that there were a correlation among age with node diameter and node length, but no correlation with wall-node thick. Parameters of node length, total length of bamboo, and base node diameter significantly influenced the estimated diameter of each node. Node's sequence number, node lengths, and base node diameter can be used to compile estimation model of the bamboo wall thickness. The uniqueness of bamboo model is the importance of node sequence.. This model can be used for sustainable development use of Dendrocalamus asper.*

*Keywords: Dendrocalamus asper, growth model, taper model*

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 16 No. 1, 2019

E-ISSN : 2442-8930

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*181.8

Siti Fatimah Hanum (Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya “Bali-LIPI)

Fenologi Daun *Dicksonia blumei* (Kunze) Moore di Kebun Raya “Eka Karya” Bali, Indonesia

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 1-8

*Dicksonia blumei* (Kunze) Moore merupakan jenis paku pohon yang memiliki kegunaan sebagai tanaman obat dan hias. Namun demikian, sampai saat ini belum banyak literatur yang membahas fenologi jenis paku tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fase fenologi *D. blumei* dan menganalisa hubungan setiap fase fenologi dengan faktor iklim (suhu dan curah hujan). Informasi ini diharapkan dapat mendukung kegiatan reintroduksi *D. blumei*. Fenologi *D. blumei* diamati selama satu tahun (Mei 2015 sampai Mei 2016) menggunakan 30 sampel tanaman di Kebun Raya “Eka Karya” Bali. Beberapa sampel menghasilkan daun steril dan fertil selama pengamatan. Fase fenologi meliputi munculnya daun, perkembangan daun, daun dewasa yang ditandai adanya spora, daun layu dan terbentuknya spora matang hingga lepasnya spora. Jumlah daun yang berkembang lebih sedikit dibanding jumlah daun yang muncul, dan jumlah daun yang layu lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah daun yang sudah dewasa. Total jumlah hari yang dibutuhkan dari fase daun muncul hingga fase layu adalah  $254,31 \pm 6,8$ . Fase perkembangan daun berkorelasi negatif dengan suhu, sementara fase daun layu berkorelasi positif dengan curah hujan. Namun, produksi daun dan pembentukan spora tidak dipengaruhi oleh faktor iklim atau variasi musiman. Hal ini memperlihatkan bahwa fenologi *D. blumei* tidak dipengaruhi oleh variasi musiman.

Kata kunci: Fenologi, *Dicksonia blumei*, suhu, curah hujan

UDC/ODC 630\*114.5

Pratiwi, Nina Mindawati dan Darwo (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Penerapan Teknik Mulsa Vertikal pada Lahan Terdegradasi di Carita, Provinsi Jawa Barat

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 9-20

Lahan terdegradasi banyak dijumpai di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat, khususnya di lahan-lahan berlereng. Akibatnya seringkali terjadi erosi, aliran permukaan dan hilangnya unsur hara. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penerapan teknik konservasi tanah dan air dengan teknik mulsa vertikal. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh perlakuan mulsa vertikal terhadap besarnya aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman *S. johorensis*, *G. gnemon*, dan *P. speciosa*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik konservasi tanah dan air dengan mulsa vertikal sangat efektif dalam mengurangi laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca dan Mg). Mulsa vertikal pada pola tanam campuran jenis *S. johorensis* dan *G. gnemon*, dapat menurunkan aliran permukaan dan erosi masing-masing 61,74% dan 57,14%; sedangkan campuran *S. johorensis* dan *P. speciosa*, menurunkan laju aliran permukaan dan erosi sebesar masing-masing 81,39% dan 17,64%. Selain itu, penggunaan mulsa vertikal juga dapat meningkatkan pertumbuhan ketiga jenis tanaman yang diusahakan sampai umur 3 tahun di lapangan dibanding tanpa penggunaan mulsa vertikal.

Kata kunci: Teknik mulsa vertikal, lahan terdegradasi, Hutan Penelitian Carita

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 16 No. 1, 2019

E-ISSN : 2442-8930

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*641

Lutfy Abdulah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Model Interaksi Pelaku Hutan Rakyat dalam Perdagangan Kayu: Pendekatan Simulasi Model Berbasis Agen

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 21-34

Kelestarian hutan rakyat sangat bergantung pada mekanisme pasar dan peran kebijakan pembangunan kehutanan yang merupakan interaksi perilaku pemangku kepentingan dalam rantai pemasaran. Penelitian ini bertujuan untuk mencari strategi terbaik dalam memperkuat posisi kayu dalam perdagangan kayu konstruksi dan implikasinya kepada keberadaan hutan rakyat dengan menggunakan pendekatan pemodelan berbasis aktor (*agent based modelling*). Pemodelan menggunakan perangkat lunak yang digratiskan seperti Netlogo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika pangsa pasar kayu tidak ada pesaing, maka tutupan hutan cenderung stabil. Sebaliknya jika ada pesaing, maka masyarakat akan cenderung mengonversi lahan hutannya untuk peruntukan lahan lainnya. Pada kondisi ini, pemerintah harus mengambil posisi dalam bentuk mengeluarkan kebijakan perdagangan kayu. Ada dua strategi yang ditawarkan yakni: penetapan harga dasar kayu dan fasilitasi kartel perdagangan kayu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa harga dasar kayu yang bersifat statis akan menjadi jawaban untuk menahan konversi hutan, namun tidak untuk jangka panjang. Sementara strategi kartel perdagangan dengan kelembagaan yang solid akan membantu meningkatkan produktivitas petani hutan rakyat dan mempertahankan kelestarian hutan dengan menghambat konversi hutan dan meningkatkan tutupan lahan oleh hutan. Model yang sudah tersedia perlu dikembangkan dengan menambahkan variabel kapasitas produksi dan lain-lain.

Kata kunci: Hutan rakyat, kayu konstruksi, pemodelan berbasis aktor, perdagangan kayu

UDC/ODC 630\*232.318

Lincih Andadari dan Kuntadi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Pengaruh Penyimpanan dan Waktu Penetasan Telur terhadap Kualitas Bibit Ulat Sutra dan Kualitas Kokon *Bombyx mori* L.

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 35-45

Bibit telur ulat sutra merupakan faktor kunci di dalam industri persuteraan alam. Bibit ulat sutra bermutu baik tidak dapat diproduksi setiap saat sepanjang waktu. Oleh sebab itu teknik penyimpanan telur menjadi aspek penting yang harus dikuasai agar mampu menyediakan bibit berkualitas sepanjang waktu sesuai kebutuhan. Uji coba penyimpanan telur ulat sutra *Bombyx mori* L. melalui satu tahap pendinginan pada suhu 5°C telah dilakukan dengan tujuan mendapatkan teknik penyimpanan yang sesuai untuk tetap menjaga kualitas dan produktivitas bibit dalam jangka panjang. Percobaan faktorial dalam rancangan acak kelompok digunakan untuk menguji mutu bibit ulat sutra melalui teknik penyimpanan dan penetasan telur dari dua galur ulat sutra. Hasil penelitian menunjukkan lama penyimpanan dingin berpengaruh terhadap lama waktu inkubasi dan keserempakan penetasan. Persentase penetasan yang tinggi (>90%) dihasilkan oleh telur yang telah melalui penyimpanan pada suhu 25°C selama 1 hari dan penyimpanan dingin (5°C) selama 69 hari, kemudian diberi perlakuan asam HCl dengan berat jenis 1,094 pada temperatur 48C selama 7 menit. Lama penyimpanan dingin hanya memengaruhi persentase penetasan, tetapi tidak berpengaruh terhadap mutu ulat dan kokon. Ulat sutra galur hibrid menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan galur murni. Penyimpanan pada 25°C selama 10 hari dan dilanjutkan pada suhu 5°C selama 60 hari menghasilkan kualitas telur dan kokon yang lebih bagus.

Kata kunci: produksi, persuteraan, teknik penetasan

**JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH**

**ISSN : 1829-6327**

**Vol. 16 No. 1, 2019**

**E-ISSN : 2442-8930**

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630\*287

Lutfy Abdulah dan Sutiyono (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Model Taper Bambu Betung

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVI No. 1, 2019 p: 47-57

Informasi pertumbuhan individu batang bambu seperti dimensi panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding ruas bambu sangat diperlukan untuk tujuan peningkatan rendemen olahan bambu. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan model perangkat penduga pertumbuhan sehingga memudahkan dalam menduga pertumbuhan individu batang bambu. Metode yang digunakan adalah metode destruksi. Data yang dihasilkan diurutkan berdasarkan waktu dan selanjutnya dilakukan analisis dengan teknik *cross-section* sehingga dapat dibangun hubungan antara umur dengan dimensi bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara umur dengan parameter diameter ruas dan panjang ruas, namun tidak dengan tebal dinding batang bambu. Parameter panjang ruas, panjang total bambu, dan diameter pada pangkal bambu berpengaruh nyata dalam menduga diameter setiap ruas. Sementara parameter nomor urut ruas, panjang ruas dan diameter pangkal dapat digunakan untuk menyusun model penduga ketebalan dinding ruas bambu. Keunikan dari model bambu ini adalah adanya parameter urutan ruas yang perlu dipertimbangkan. Model yang didapat dapat digunakan untuk penyusunan rencana pemanfaatan bambu petung secara berkelanjutan.

Kata kunci: Bambu betung, model, pertumbuhan, taper

## FENOLOGI DAUN *Dicksonia blumei* (Kunze) Moore DI KEBUN RAYA “EKA KARYA” BALI, INDONESIA

(*Leaf phenology of Dicksonia blumei (Kunze) Moore at “Eka Karya” Bali Botanic Garden, Indonesia*)

**Siti Fatimah Hanum**

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya” Bali-LIPI  
Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali, Indonesia 82191  
E-mail: sitifatimahhanum2004@yahoo.com

Tanggal diterima: 4 April 2018; Tanggal direvisi: 28 Januari 2019; Tanggal disetujui: 13 Mei 2019

### ABSTRACT

*Dicksonia blumei* (Kunze) Moore is one type of tree ferns that can be utilized as medicinal and ornamental plant. However, literature on phenology research of this species, is very limited even to date. The purpose of this research is to understand the phenology phase of *D. blumei* and to analyze the correlation of each phenology phase to climate factor, particularly temperature and rainfall. This information is expected to support *D. blumei*'s reintroduction activities. The phenology of *D. blumei* in Eka Karya Bali Botanical Garden was observed from May 2015 to May 2016 using 30 plant samples. Several samples produced sterile and fertile leaves during observation. Phenological phases include frond emergence, leaf development, leaf maturation (characterized by spore), leaf senescence and mature spore formation until spore release. The number of developed leaves was less than the number emerged frond, while the number of whitered leaves was less than the number of matured leaves. The average number of days needed from frond to withered phase was  $254.31 \pm 6.8$  days. Leaf development phase was negatively correlated with temperature, while leaf senescence phase was positively correlated with rainfall. Fertility and leaf production were not correlated with climate factors or seasonal variations. These results show that phenological rhythms of *D. blumei* were not influenced by climate variations.

**Keywords:** *Dicksonia blumei*, phenology, rainfall, temperature

### ABSTRAK

*Dicksonia blumei* (Kunze) Moore merupakan jenis paku pohon yang memiliki kegunaan sebagai tanaman obat dan hias. Namun demikian, sampai saat ini belum banyak literatur yang membahas fenologi jenis paku tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fase fenologi *D. blumei* dan menganalisa hubungan setiap fase fenologi dengan faktor iklim (suhu dan curah hujan). Informasi ini diharapkan dapat mendukung kegiatan reintroduksi *D. blumei*. Fenologi *D. blumei* diamati selama satu tahun (Mei 2015 sampai Mei 2016) menggunakan 30 sampel tanaman di Kebun Raya “Eka Karya” Bali. Beberapa sampel menghasilkan daun steril dan fertil selama pengamatan. Fase fenologi meliputi munculnya daun, perkembangan daun, daun dewasa yang ditandai adanya spora, daun layu dan terbentuknya spora matang hingga lepasnya spora. Jumlah daun yang berkembang lebih sedikit dibanding jumlah daun yang muncul, dan jumlah daun yang layu lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah daun yang sudah dewasa. Total jumlah hari yang dibutuhkan dari fase daun muncul hingga fase layu adalah  $254,31 \pm 6,8$ . Fase perkembangan daun berkorelasi negatif dengan suhu, sementara fase daun layu berkorelasi positif dengan curah hujan. Namun, produksi daun dan pembentukan spora tidak dipengaruhi oleh faktor iklim atau variasi musiman. Hal ini memperlihatkan bahwa fenologi *D. blumei* tidak dipengaruhi oleh variasi musiman.

**Kata kunci:** Fenologi, *Dicksonia blumei*, suhu, curah hujan

## I. PENDAHULUAN

Fenologi merupakan studi terkait perioditas (waktu) proses biologi yang dipengaruhi oleh faktor intrinsik atau ekstrinsik atau kombinasi dari kedua faktor tersebut (Mehltreter, 2008). Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa fenologi paku bersifat musiman yang berkaitan dengan suhu, presipitasi dan curah hujan (Chiu, 2013; Lee, Chiou, & Huang, 2009a). Penelitian terkait fenologi paku dan pengaruh lingkungan terhadap fenologi merupakan faktor yang penting untuk memahami biologi dan ekologi spesies dalam rangka mengembangkan program untuk memelihara dan mengembalikan populasi spesies untuk tujuan konservasi (Noland, Norman, Peterson, & Richardson, 2017). Meski demikian sebagian besar studi fenologi dilakukan pada tanaman berbunga dibandingkan pada paku, yang merupakan tumbuhan bawah dominan di hutan (Lee, Lin, & Chiou, 2009).

Tanaman memiliki kemampuan untuk mengontrol waktu keluarnya daun dan ketahanan daun dengan cara memaksimalkan hasil fotosintesa sebagai respon terhadap ketersediaan kondisi cahaya matahari dan meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh kondisi beku, kekeringan dan herbivora (Quintanilla & Pías, 2018). Daun paku memiliki fungsi penting sebagai pengubah energi, sehingga informasi terkait jumlah, ukuran dan karakteristik fungsional daun seperti masa hidup penting bagi pertumbuhan dan bertahannya tanaman (Mehltreter & Sharpe, 2013). Fase perkembangan daun dan pembentukan spora merupakan fase penting yang diamati selama fenologi paku (Lee, Huang, & Chiou, 2018).

Fenologi paku baru mendokumentasikan sebanyak 225 species (2%) dari total perkiraan paku saat ini yang berjumlah sekitar 10.578 di seluruh dunia. Sebagian besar fenologi paku berasal dari belahan bumi bagian utara terutama daerah temperate, dan hanya sedikit yang berasal dari daerah tropis. Pendokumentasian paku

pohon sendiri hanya 32 spesies (Lee *et al.*, 2018). Paku pohon ditemukan di hutan basah di seluruh dunia dari hutan tropis hingga hutan temperate yang dingin. Paku pohon sering memainkan peran penting secara fisik dan ekologi. Batang paku pohon menjadi rumah bagi paku epifit dan lumut (Blair, Blanchard, Banks, & Lindenmayer, 2017). Meski paku pohon merupakan vegetasi hutan tropis yang menyolok dan menarik perhatian dari pakar ekologi selama kurun waktu sepuluh tahun, tetapi hanya sedikit informasi yang diketahui terkait fenologi daunnya dan faktor lingkungan yang mempengaruhi munculnya daun, daun layu dan kesuburan (Mehltreter & García-franco, 2008).

Paku kidang (*D. Blumei*) merupakan salah satu jenis paku pohon, tergolong langka karena sifat biologi dan kondisi lingkungan tempat tumbuh. Ciri utama *D. blumei* yaitu dapat tumbuh hingga ketinggian 6 m dan pada pangkalnya diselubungi oleh rambut-rambut berwarna kemerahan mengkilat (Darma, Lestari, & Priyadi, 2015). Literatur penelitian fenologi paku terutama *D. blumei* sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fase fenologi daun dan menganalisa korelasi tiap fase fenologi dengan faktor iklim (suhu dan curah hujan).

## II. METODOLOGI

### A. Spesies Tanaman

Paku pohon berkembang dengan memproduksi daun baru yang muncul dari pusat apikal batang, Daun yang tua lepas dan meninggalkan bekas tangkai daun pada batang (Blair *et al.*, 2017).

Penelitian ini mengamati satu populasi *D. blumei* yang tumbuh secara alami dan ditanam di Kebun Raya “Eka Karya” Bali (Gambar 1). Populasi ini dipilih untuk memudahkan pengamatan fenologi daun. Kebun Raya “Eka Karya” Bali terletak di ketinggian 1.250 m di atas permukaan laut pada koordinat 8.26° - 8.28° LU dan 115.15°-115.16° BT.

## B. Variabel Fenologi

Metode yang digunakan untuk menentukan fenologi daun pada paku pohon berdasarkan Lee et al. (2009a) bahwa 30 paku pohon dewasa dengan kriteria minimal memiliki satu tangkai daun. Fenologi daun meliputi munculnya daun, daun layu, daun dewasa, lepasnya spora diamati tiap akhir bulan dari bulan Mei 2015 sampai Mei 2016. Munculnya daun didefinisikan sebagai tahapan dalam pembentukan daun (daun menggulung). Setiap daun baru yang terbentuk diberi label menggunakan mikolin berwarna kuning. Daun yang berkembang di-definisikan sebagai tahapan ketika daun mulai berkembang namun belum sampai pada tahapan pembentukan spora. Daun dewasa didefinisikan sebagai daun yang sudah berkembang sempurna ditandai dengan dibentuknya spora. Daun layu ditandai dengan perubahan warna daun menjadi hitam dan sudah mengering 90% dari total luas daun.

## C. Analisis Statistika

Statistika deskriptif digunakan untuk menghitung berapa lama fase fenologi daun muncul hingga dewasa, spora masak, spora lepas dan daun layu. Korelasi Spearman digunakan untuk melihat korelasi antara faktor iklim dengan fenologi. Koefisien korelasi dihitung berdasarkan jumlah individu tiap tahapan fenologi (munculnya daun, daun berkembang, daun dewasa, spora masak dan spora lepas) tiap bulan dan faktor iklim (rata-rata suhu dan curah hujan bulanan). Data iklim diperoleh dari stasiun cuaca Kembang Merta yang terdekat dengan lokasi penelitian. Data suhu dan curah hujan dikumpulkan dari bulan Mei 2015 sampai Mei 2016.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1. Munculnya daun

Jumlah daun setiap fase mengalami penurunan dari munculnya daun hingga daun layu. Selama bulan Mei 2015 sampai

Mei 2016 sebanyak 157 daun baru muncul tetapi berkurang menjadi 116 daun yang berkembang, 72 daun dewasa dan 8 daun yang layu (Tabel 1). Daun muncul terutama pada bulan Mei hingga Agustus (Tabel 2). Tetapi munculnya daun tidak signifikan berkorelasi dengan suhu dan curah hujan (Tabel 3).

#### 2. Daun berkembang dan Daun Dewasa

Rata-rata waktu yang dibutuhkan dari daun muncul hingga berkembang sempurna  $46.76 \pm 3.9$  hari (Tabel 1). Sebagian besar daun berkembang sempurna mulai Mei hingga September (Tabel 2). Sebagian besar daun menghasilkan spora pada bulan Agustus dan September (Tabel 2). Daun berkembang memiliki korelasi negatif signifikan dengan suhu, namun tidak berkorelasi dengan curah hujan (Tabel 3).

#### 3. Daun layu

Rata-rata waktu daun layu sebanyak  $254,3 \pm 6,8$  hari (Tabel 1). Waktu daun layu terutama di bulan Februari (Tabel 2). Daun layu memiliki korelasi positif yang signifikan terhadap curah hujan (Tabel 3).

#### 4. Spora matang dan lepas

Waktu yang diperlukan dari munculnya daun hingga menghasilkan spora matang sebanyak  $50,40 \pm 4,0$  hari (Tabel 1). Spora matang pada bulan Januari (Tabel 2). Waktu spora matang membutuhkan tidak berkorelasi dengan suhu dan curah hujan (Tabel 3). Sementara waktu yang diperlukan spora matang hingga lepas memerlukan waktu  $63,98 \pm 7,6$  hari (Tabel 1). Spora yang lepas terutama terjadi pada bulan Mei (Tabel 2). Waktu spora lepas tidak berkorelasi dengan suhu dan curah hujan (Tabel 3).

### B. Pembahasan

#### 1. Paku pohon

Paku pohon seringkali dianggap sebagai tanaman *evergreen* yang tidak dipengaruhi oleh musim dan tanaman yang tumbuh lambat di hutan tropis. Meski

demikian ada beberapa spesies yang memiliki fenologi daun musiman dan tingkat pertumbuhan yang berbeda pada musim yang berbeda (Mehltreter & García-franco, 2008). Daun paku yang memiliki dua bentuk (*dimorphism*) kadang dikombinasikan dengan durasi hidup daun fertil yang pendek, karakteristik musiman paku di tropis. Sementara paku *monomorphic* tidak dipengaruhi oleh musiman, sebagai konsekuensi daun yang tidak berubah bentuk (Mehltreter & Palacios-Rios, 2003). *Dicksonia blumei* merupakan paku *monomorphic* yang menghasilkan daun steril dan daun fertil. Jumlah daun steril lebih sedikit dibanding daun fertil. Secara morfologi daun steril dan fertil memiliki bentuk yang sama, yang membedakan hanya pada ada tidaknya spora. Pada daun steril tidak ditemukan pembentukan spora setelah tanaman melewati masa berkembang daunnya. Daun steril dan fertil memiliki ukuran

dan bentuk yang serupa. Daun fertil juga memiliki durasi hidup yang lebih panjang dibanding daun steril (Lee *et al.*, 2009).

## 2. Musiman

Fase fenologi paku dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik dan intrinsik. Tidak banyak informasi mengenai pengaruh faktor intrinsik sementara faktor ekstrinsik sebagian besar berupa iklim (Mehltreter, 2008). Fenologi paku dilaporkan dari beragam daerah dengan iklim yang berbeda. Di Taiwan bagian utara, dimana tidak terdapat perbedaan musim kemarau yang jelas, daun yang muncul tidak berkorelasi dengan suhu dan curah hujan. Sementara tahapan fenologi yang lain seperti daun berkembang, daun layu, spora matang dan lepas memiliki korelasi positif yang signifikan dengan suhu ((Lee *et al.*, 2009).



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian ditunjukkan panah berwarna hijau (*Map of the research location indicated by the green arrow*)

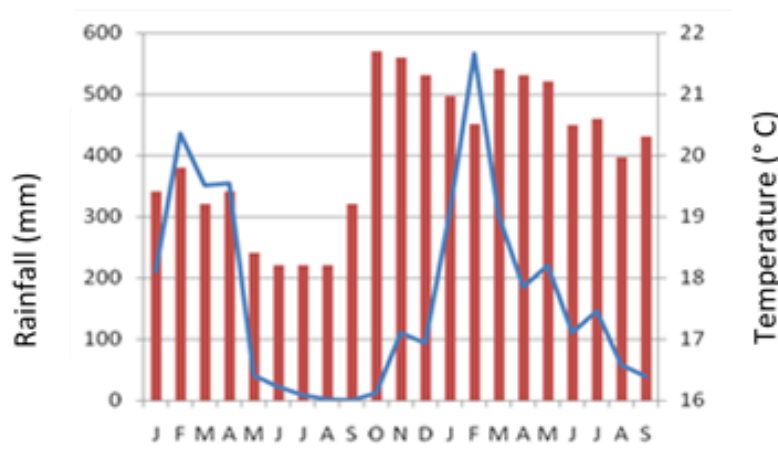
### 3. Fenologi daun

Jumlah daun yang berkembang lebih sedikit dibanding jumlah daun yang muncul, jumlah daun yang layu lebih sedikit dibanding jumlah daun yang berkembang (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan pengamatan fenologi *Cyathea hancockii*, *Cyathea metteniana* dan *Cyathea podophylla* (Lee *et al.*, 2009). Suhu dan curah hujan tidak mempengaruhi jumlah daun yang muncul (Tabel 3). Hasil ini berbeda dengan munculnya daun *Dryopterisaffinis* spp di daerah mediterania juga dipengaruhi oleh

suhu (Landi, Zoccola, Bacaro, & Angiolini, 2014). Dalam penelitian ini fase daun yang berkembang dan daun yang layu memiliki korelasi dengan suhu atau curah hujan, suhu berpengaruh negatif terhadap perembangan daun. Perkembangan daun dipengaruhi oleh suhu udara yang rendah pada bulan Juli. Hasil ini berbeda dengan fase berkembangnya daun *C. hancockii* leaves, *C. metteniana* and *C. podophylla* yang berkorelasi positive dengan suhu. Perbedaan ini disebabkan perbedaan lokasi.

Tabel (Table) 1. Fenologi *D. blumei* di Kebun Raya "Eka Karya" Bali dari Mei 2015 sampai Mei 2016). (*D. blumei* phenology at Bali Botanic Garden from May 2015 to May 2016)

Jumlah sampel (Number of samples)	Jumlah daun (Number of leaves)				Jumlah hari (Number of days)			
	Muncul (Emerge)	Berkembang (Developing)	Dewasa (Mature)	Layu (Whitered)	Muncul hingga berkembang (Emerge to developing)	muncul hingga spora matang (Emerges until the spores mature)	spora matang hingga lepas (The spores ripen off)	muncul hingga layu (Emerge to whitered)
30	157	116	72	8	46,76 ± 3,9	50,40 ± 4,0	63,98 ± 7,6	254,3 ± 6,8



Gambar (Figure) 2. Grafik rata-rata temperatur (grafik batang) dan curah hujan (grafik garis) di lokasi penelitian dari January 2015 sampai September 2016) (*Graph of Average temperature (bar) and Rainfall (line) at Research Sites from January 2015 to September 2016*)

Tabel (Table) 2. Jumlah daun *D. blumei* di setiap fase dari Mei 2015 sampai Mei 2016) (*Number of leaves of D. blumei in each phase from May 2015 to May 2016*)

Fase (Phase)	J1	F2	M3	A4	M5	J6	J7	A8	S9	O10	N11	D12	Total
Daun muncul (Leaves emerge)	0	21	27	0	55	18	7	15	6	4	4	0	157
Daun berkembang (Developing leaves)	3	9	15	0	21	17	24	14	9	1	2	0	115
Daun dewasa (Mature leaves)	3	6	2	0	5	0	5	27	13	8	3	0	72
Daun layu (Whitered leaves)	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	9
Spora matang (Mature spores)	34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	55
spora lepas (Spores off)	0	0	8	0	1	0	0	2	0	0	0	0	11

Keterangan (Remarks): J1 = January, F2 = February, M3 = March, A4 = April, M5 = May, J6 = June, J7 = July, A8 = August, S9 = September, O10 = October, N11 = November, D12 = December

Tabel (Table) 3. Korelasi antara fase fenologi *D. blumei* dengan temperatur bulanan dan curah hujan dari Mei 2015 sampai Mei 2016) (*Correlation between the phenology phase of D. blumei with the monthly temperature and precipitation from May 2015 to May 2016*)

	Muncul (Emerge)	Berkembang (Developing)	Dewasa (Mature)	Layu (Whitered)	Spora matang (Mature Spores)	Spora lepas (Spores Off)
Suhu (Temperature)	-0,439 <sup>tn</sup>	-0,821 <sup>**</sup>	-0,435 <sup>tn</sup>	0,017 <sup>tn</sup>	0,330 <sup>tn</sup>	0,134 <sup>tn</sup>
Curah hujan (Rainfall)	0,055 <sup>tn</sup>	-0,216 <sup>tn</sup>	-0,291 <sup>tn</sup>	0,702 <sup>*</sup>	0,374 <sup>tn</sup>	0,213 <sup>tn</sup>

Keterangan (Remarks): \*\* = Sangat nyata pada taraf 1% (Very significant at level of 1%), \* = Nyata pada taraf (Significant at level of 5%), tn = Tidak nyata (No significant)

Daun layu merupakan respon komunikasi cepat antara ketersediaan dan kehilangan sumber daya dimana sinyal gula dan pengaturan hormon memainkan peran utama. Daun layu *D. blumei* memiliki korelasi positif dengan curah hujan, tapi hasil ini berbeda dengan kematian daun *Dymochlaena truncatula* di Brazil yang memiliki korelasi negatif dengan curah hujan (de Paiva Farias, de Paiva Farias, Erickson Nascimento da Costa, Abraão

Araújo da Silva, & Barros, 2015). Tetapi daun layu pada sebagian besar paku tidak signifikan dipengaruhi oleh curah hujan namun suhu (Lee *et al.*, 2018). Meski demikian penelitian kematian daun *A. firma* dipengaruhi oleh suhu dan curah hujan yang meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air bukanlah merupakan faktor pembatas yang menyebabkan kematian daun. Suhu yang tinggi selama penghujan dapat menyebab-

kan stress air pada paku pohon (Mehlreter, 2008). Selama musim penghujan, *D. blumei* harus beradaptasi dengan jumlah air yang besar yang membuat tanah menjadi jenuh. Untuk mengurangi evapotranspirasi, tanaman ini meng-gugurkan daunnya untuk mengurangi jumlah penguapan.

#### 4. Spora matang dan spora lepas

Pematangan/pelepasan spora adalah entri penting dari perkecambahan spora berikutnya dan reproduksi pakis yang sukses. Pelepasan spora dipengaruhi oleh suhu atau curah hujan (Lee *et al.*, 2018). Pada paku *monomorphic*, daun fertil memiliki dua fungsi sebagai alat reproduksi dan fotosintesis (Lee *et al.*, 2009). Warna sporangium digunakan untuk mengetahui kematangan spora. Sporangium *D. blumei* yang sudah matang memiliki warna coklat. Sporangium yang terbuka menjadi tanda bahwa spora telah lepas. Suhu dan curah hujan tidak berpengaruh terhadap kematangan spora dan pelepasan spora *D. blumei*. Hal ini berbeda dengan pernyataan (Lee *et al.*, 2018). Perbedaan ini disebabkan perbedaan lokasi sehingga mempengaruhi iklim setempat.

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Rata-rata jumlah hari yang diperlukan dari munculnya daun hingga layu adalah  $254,31 \pm 6,8$  hari. Meski fase daun layu berkorelasi positif dengan curah hujan, namun fase kesuburan daun dan produksi daun tidak berkorelasi dengan faktor iklim atau variasi musiman. Hasil ini memperlihatkan bahwa fenologi daun *D. blumei* tidak dipengaruhi oleh variasi musiman.

#### B. Saran

Untuk menarik kesimpulan fenologis yang lebih umum, perlu dilakukan studi fenologis jangka panjang di lokasi berbeda di iklim tropis.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Moh Adenan yang sudah membantu mengumpulkan data di lapangan dan Kepala Kebun Raya "Eka Karya" Bali atas kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Blair, D.P., Blanchard, W., Banks, S.C., & Lindenmayer, D.B. (2017). Non-linear growth in tree ferns, *Dicksonia antarctica* and *Cyathea australis*. *PLoS ONE*, 12(5), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176908>
- Chiu, T. (2013). 碩士論文 Phenological Patterns of Three Cyathea Tree Ferns in Northeastern Taiwan 邱子芸.
- Darma, I.D.P., Lestari, W.S., & Priyadi, A. (2015). Habitat alami tumbuhan paku kidang (*Dicksonia blumei* (Kunze) Moore) di Kawasan Hutan Bukit Tapak Pulau Bali. *Buletin Kebun Raya*, 18(1), 4-7.
- de Paiva Farias, R., Erickson Nascimento da Costa, L., Abraão Araújo da Silva, I., & Barros, I.C.L. (2015). Phenological studies of selected leaf and plant traits of *Didymochlaena truncatula* (Dryopteridaceae) in a Brazilian submontane tropical rainforest. *Nordic Journal of Botany*, 33(2), 249-255. <https://doi.org/10.1111/njb.00656>.
- Landi, M., Zoccola, A., Bacaro, G., & Angiolini, C. (2014). Phenology of *Dryopteris affinis* ssp. *affinis* and *Polystichum aculeatum*: Modeling relationships to the climatic variables in a Mediterranean area. *Plant Species Biology*, 29(2), 129-137. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12000>.
- Lee, P.H., Chiou, W.L., & Huang, Y.M. (2009). Phenology of three *Cyathea* (*Cyatheaceae*) ferns in northern Taiwan. *Taiwan Journal of Forest Science*, 24(4), 233-242.

- Lee, P.H., Huang, Y.M., & Chiou, W.L. (2018). Fern phenology. In *Current Advances in Fern Research*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75103-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75103-0_18).
- Lee, P.H., Lin, T.T., & Chiou, W.L. (2009). Phenology of 16 species of ferns in a subtropical forest of northeastern Taiwan. *Journal of Plant Research*, 122(1), 61-67. <https://doi.org/10.1007/s10265-008-0191-7>.
- Mehltreter, K. (2008). Phenology and habitat specificity of tropical ferns. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, 201–221. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541827.009>.
- Mehltreter, K., & García-franco, J.G. (2008). American Fern Society Leaf Phenology and Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila firma* (Baker) D.S. and Trunk Leaf Phenology Tree Fern *Alsophila firma* Lower Mexican of the Deciduous. *American Fern Journal*, 98(1), 1-13.
- Mehltreter, K., & Palacios-Rios, M. (2003). Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 19(2), 155-162. <https://doi.org/10.1017/S0266467403003171>
- Mehltreter, K., & Sharpe, J.M. (2013). Causes and consequences of the variability of leaf lifespan of ferns. *Fern Gazette*, 19(6), 192-204. <https://doi.org/10.1021/jp908090s>
- Noland, K., Norman, E., Peterson, C.L., & Richardson, M.L. (2017). Extrinsic factors influence phenology of the epiphytic hand fern (*Cheiroglossa palmata*). *Botany*, 895, 1-21. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00745.2016>.
- Quintanilla, L.G., & Pías, B. (2018). Convergence in leaf phenology traits of two understorey ferns in the northwestern Iberian Peninsula. *Journal of Plant Ecology*, 11(1), 92-102. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw125>.
- Thomas, H. (2013). Senescence, ageing and death of the whole plant. *New Phytologist*, 197(3), 696-711. <https://doi.org/10.1111/nph.12047>.

## PENERAPAN TEKNIK MULSA VERTIKAL PADA LAHAN TERDEGRADASI DI CARITA, PROVINSI JAWA BARAT

(Application of Vertical Mulch Technique on Degraded Land at Carita, West Java Province)

Pratiwi<sup>1</sup>, Nina Mindawati<sup>1</sup> dan/and Darwo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Jl. Gunung Batu no.5 – PO BOX 165, Bogor, Jawa Barat, Indonesia  
Telp: 0251-8633234, Fax 0251-8638111  
E-mail: pratiwi.lala@yahoo.com, ninapulp@yahoo.co.id, darwop3h@gmail.com

Tanggal diterima: 20 Desember 2017; Tanggal direvisi: 22 April 2019; Tanggal disetujui: 23 April 2019

### ABSTRACT

Degraded land in the Carita Research Forest, West Java is commonly found in slopes. As a result, erosion, runoff and nutrient loss often occur in this area. To address these problems, the application of soil and water conservation techniques with a vertical mulch technique is required. The aim of the study was to determine the effect of vertical mulch treatment on the amount of runoff, erosion, nutrient loss and also its impact on the growth of *S. johorensis*, *G. gnemon*, and *P. speciosa*. The results showed that soil and water conservation techniques with vertical mulch are very effective in reducing runoff, erosion and nutrient losses (N, P, K, Ca and Mg). The vertical mulch of mixed planting pattern between *S. johorensis* and *G. gnemon* could decrease the surface run off and erosion by 61.74% and 57.14%, respectively, while the mixture of *S. johorensis* and *P. speciosa* decreased the runoff and erosion rate equal to 81.39% and 17.64%, respectively. In addition, the use of vertical mulch could also increase the growth of the tree species until the age of 3 years in the field compared to those without treatment.

**Keywords:** Vertical mulch technique, degraded land, Carita Reseach Forest

### ABSTRAK

Lahan terdegradasi banyak dijumpai di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat, khususnya di lahan-lahan berlereng. Akibatnya seringkali terjadi erosi, aliran permukaan dan hilangnya unsur hara. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penerapan teknik konservasi tanah dan air dengan teknik mulsa vertikal. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh perlakuan mulsa vertikal terhadap besarnya aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman *S. johorensis*, *G. gnemon*, dan *P. speciosa*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik konservasi tanah dan air dengan mulsa vertikal sangat efektif dalam mengurangi laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca dan Mg). Mulsa vertikal pada pola tanam campuran jenis *S. johorensis* dan *G. gnemon*, dapat menurunkan aliran permukaan dan erosi masing-masing 61,74% dan 57,14%; sedangkan campuran *S. johorensis* dan *P. speciosa*, menurunkan laju aliran permukaan dan erosi sebesar masing-masing 81,39% dan 17,64%. Selain itu, penggunaan mulsa vertikal juga dapat meningkatkan pertumbuhan ketiga jenis tanaman yang diusahakan sampai umur 3 tahun di lapangan dibanding tanpa penggunaan mulsa vertikal.

**Kata kunci:** Teknik mulsa vertikal, lahan terdegradasi, Hutan Penelitian Carita

## I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya hutan tropis di Indonesia mengalami tantangan yang berat, dimana laju degradasi dan deforestasi tidak seimbang dengan laju rehabilitasinya dari tahun ke tahun. Deforestasi

dalam skala besar menyebabkan penyusutan keanekaragaman hayati dan di banyak tempat menyebabkan erosi tanah, sedimentasi dan penghancuran fungsi hidrologis hutan sehingga mengancam potensi manfaat ekonomi dan lingkungan

dari hutan untuk masa depan. Selain itu, kerusakan lahan hutan disebabkan pula oleh cepatnya alih fungsi hutan, tekanan penduduk yang perlu lahan, dampak perubahan iklim, pembalakan liar, kebakaran dan lain-lain. Hal ini menyebabkan sebagian besar lahan hutan menjadi rentan, terfragmentasi, daya dukung rendah dan tidak produktif atau marginal (Mindawati, 2016).

Luasnya lahan marginal yang tidak berhutan memerlukan upaya untuk menemukan teknologi yang dapat merehabilitasi lahan yang rusak tersebut. Rehabilitasi lahan merupakan suatu usaha memperbaiki, memulihkan kembali dan meningkatkan kondisi lahan yang rusak agar dapat berfungsi secara optimal baik sebagai unsur produksi, media pengatur tata air, maupun sebagai unsur perlindungan alam dan lingkungan.

Salah satu lahan yang termasuk lahan kritis atau marginal ada di Hutan Penelitian Carita dengan kondisi topografinya relatif curam dan berbukit pada ketinggian  $\pm 100$  m dari muka laut (dpl). Kondisi lahan tersebut telah terdegradasi karena adanya perambahan yang dilakukan oleh penduduk sekitar hutan untuk bercocok tanam. Hal ini menyebabkan meningkatnya lahan kritis, termasuk berkurangnya vegetasi asli sebagai penghasil kayu pertukangan yang digantikan dengan tanaman serbaguna dan tanaman semusim (Murniati, 2012). Akibatnya laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara meningkat di lahan tersebut.

Berdasarkan hasil pengamatan, jenis tanaman hutan yang potensial dikembangkan di daerah Carita dan bernilai ekonomi adalah jenis-jenis dari suku Dipterocarpaceae, seperti *Shorea* spp., *Hopea* spp., *Dipterocarpus* spp., dan *Vatica* spp. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, 2015). Salah satu jenis pada genus *Shorea* yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai tanaman kayu pertukangan adalah *Shorea johorensis* Foxw. karena mempunyai nilai ekonomi tinggi dan pada umur kurang dari 30 tahun

diameternya bisa mencapai 50 cm (Soekotjo, 2009). Oleh karena itu, penelitian rehabilitasi dengan pola tanam campuran antara tanaman *S. johorensis* dengan jenis *Gnetum gnemon* Linn. dan *Parkia speciosa* Hassk. telah dilakukan di Hutan Penelitian Carita. Pola tersebut diharapkan dapat membantu peningkatan pendapatan masyarakat sekitar tanpa merusak ekosistem karena hasil yang dipanen dari *G. gnemon* dan *P. speciosa* bukan hanya kayu tetapi juga buahnya, bahkan pada *G. gnemon* daunnya juga biasa digunakan sebagai bahan sayuran oleh masyarakat setempat.

Selain itu, mengingat kondisi topografi daerah ini berbukit, maka perlu upaya konservasi tanah dan air untuk mengendalikan erosi dan aliran permukaan. Salah satu teknik konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan adalah teknik mulsa vertikal. Teknik mulsa vertikal merupakan salah satu teknik konservasi tanah dan air melalui pemanfaatan limbah hutan (serasah) yang ada di sekitar dengan memasukannya ke dalam saluran atau alur yang dibuat sejajar kontur pada bidang yang diusahakan (Pratiwi & Narendra, 2012). Teknik ini sudah banyak diterapkan di bidang pertanian di lahan-lahan berlereng. Namun demikian, di bidang kehutanan belum banyak diterapkan, sementara di lahan-lahan bekas tebangan, banyak dijumpai limbah hutan dalam bentuk serasah ataupun tumbuhan pengganggu (gulma). Teknik konservasi dengan mulsa vertikal dan cara rorak di dalam merehabilitasi lahan-lahan berlereng, dapat mengurangi laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara (Pratiwi & Salim, 2013).

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan mulsa vertikal terhadap besarnya aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman *S. johorensis*, *G. gnemon*, dan *P. speciosa*. Diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengguna di lapangan.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi

Penelitian dilakukan di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat. Daerah penelitian memiliki iklim A, dengan curah hujan 3.959 mm/tahun dan jenis tanah alluvial kelabu tua. Topografi lokasi penelitian berbukit dengan lereng sekitar 55% (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, 2015).

### B. Metode

#### 1. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Pengelompokan dilakukan berdasarkan posisi kemiringan lahan yaitu lereng atas, tengah dan bawah. Perlakuan yang diberikan adalah:

A = *S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal

B = *S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa

C = *S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal

D = *S. johorensis* + *P. speciosa* + tanpa mulsa

#### 2. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan membuat plot berukuran 20 x 20 m. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 3 kelompok. Dengan demikian, plot yang dibuat sebanyak 12 buah. Masing-masing plot ditanami dengan perlakuan yang telah ditentukan dengan jarak tanam 3 x 3 m. Setiap jalur tanam ditanam berselang-seling antara jenis yang satu dengan jenis lainnya. Selanjutnya mulsa vertikal diterapkan di dalam plot, dengan cara menggali saluran sedalam 60 cm sejajar garis kontur, panjang 20 m dengan lebar 30 cm, jarak antar saluran 6 m. Untuk mengamati aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara dipasang drum yang diletakkan di bagian hilir plot (Gambar 1).

Pengamatan yang dilakukan meliputi pertumbuhan tanaman, aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara. Pengu-

kurian pertumbuhan tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi dan diameter tanaman setiap tahun sekali selama 3 tahun. Pengamatan aliran permukaan dan erosi dilakukan setiap kejadian hujan. Data yang dicatat meliputi: jumlah curah hujan dan jumlah air yang masuk ke dalam drum. Contoh air diambil dari air yang tertampung di dalam bak. Pengukuran erosi dilakukan dengan metode evaporasi yaitu dengan menempatkan contoh air ke dalam cawan porselin dan dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Erosi dihitung dari sedimen yang tersisa dalam cawan tersebut. Contoh sedimen yang tertampung dalam drum dan contoh air limpasan yang masuk ke dalam bak selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk menentukan besarnya kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, Na) akibat air limpasan dan erosi (Pratiwi & Narendra, 2012). Selain itu, dalam penelitian ini dilakukan penghitungan biaya yang dikeluarkan untuk penerapan mulsa vertikal (Pratiwi & Narendra, 2012).

#### 3. Analisis data

Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh kelompok dan perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman. Uji lanjut Tukey dilakukan, jika dalam analisis keragaman menunjukkan adanya pengaruh nyata dari perlakuan. Data erosi dan aliran permukaan serta kehilangan unsur hara dianalisis untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Teknik mulsa vertikal merupakan salah satu teknik konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan di lahan berlereng. Teknik ini merupakan kombinasi antara pemanfaatan saluran dan guludan dengan mulsa. Pemanfaatan teknik ini diharapkan dapat mengurangi laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman.

## 1. Pengaruh mulsa vertikal terhadap aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara

### a. Aliran permukaan dan erosi

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Pratiwi, 2007) bahwa perlakuan mulsa vertikal pada pola tanam campuran memberikan besarnya aliran permukaan dan erosi seperti pada Tabel 1.

Pada perlakuan A (*S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal) dan C (*S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal) memberikan aliran permukaan dan erosi lebih rendah dibandingkan dengan plot kontrol (B = *S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa; dan D = *S. johorensis* + *P. speciose* + tanpa mulsa). Jika dibandingkan antar perlakuan A dan C, maka aliran permukaan perlakuan A lebih besar daripada perlakuan C, sedangkan erosinya lebih kecil.

### b. Kehilangan unsur hara

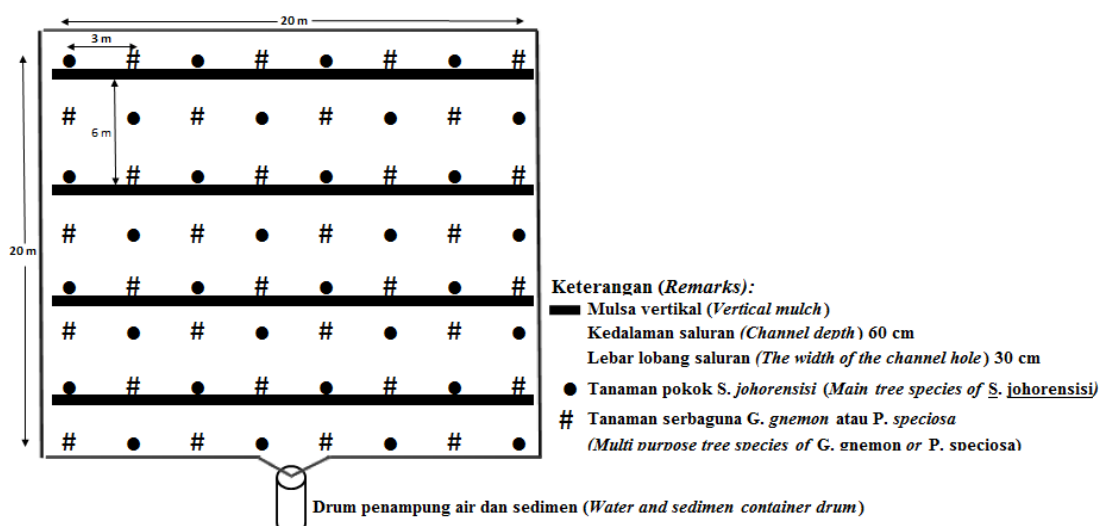
Kehilangan unsur hara dapat terjadi melalui aliran permukaan maupun erosi. Kehilangan unsur hara melalui aliran

permukaan terjadi karena unsur-unsur hara yang larut dalam air terbawa bersama air. Hasil yang lebih lengkap dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa unsur-unsur hara yang hilang bersama aliran permukaan lebih kecil pada perlakuan mulsa vertikal dibandingkan tanpa mulsa. Unsur hara yang hilang bersama aliran permukaan yang terbesar adalah unsur N, K, dan Ca pada semua perlakuan.

Pada perlakuan B dan D, kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, Na) tiga kali lebih besar jika dibandingkan dengan penerapan mulsa vertikal (A dan C). Kehilangan unsur hara pada perlakuan A lebih besar daripada perlakuan C, terutama unsur hara N, K, dan Ca.

Kehilangan unsur hara melalui erosi terjadi karena unsur-unsur hara tersebut terabsorpsi pada koloid tanah. Jika dibandingkan dengan unsur hara yang hilang bersama aliran permukaan, maka kehilangan unsur hara melalui erosi lebih kecil daripada melalui aliran permukaan (Tabel 3).



Gambar (Figure) 1. Sketsa pola tanam dan teknik mulsa vertikal (Sketch of cropping patterns and vertical mulch techniques)

## 2. Pengaruh mulsa vertikal terhadap pertumbuhan tanaman

Dalam konservasi tanah dan air tidak hanya melihat aspek pengendalian erosi saja, tetapi perlu juga meninjau pengaruhnya terhadap obyek yang dikonservasi, seperti pertumbuhan tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pola tanam berpengaruh nyata terhadap diameter dan tinggi *S. johorensis* pada umur 1, 2 dan 3 tahun setelah tanam, sedangkan terhadap pengelompokan tidak berpengaruh signifikan. Hasil pertumbuhan baik jenis *S. johorensis* maupun jenis *G. gnemon* dan *P. speciosa* dengan uji bedanya dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Dari hasil uji Tukey (Tabel 4) ternyata antar perlakuan pola tanam berbeda signifikan terhadap tinggi *S. johorensis* pada umur 1 dan 2 tahun. Namun pada umur 3 tahun menunjukkan bahwa pola tanam A (*S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal) masih konsisten berbeda signifikan dengan ketiga perlakuan tersebut, sedangkan antar pola tanam B (*S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa vertikal), C (*S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal) dan D (*S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal) tidak berbeda

nyata. Dengan demikian, jika *S. johorensis* ditanam dengan *G. gnemon* dan diberi mulsa vertikal merupakan perlakuan terbaik untuk pertumbuhan tinggi dan diameter.

Di pihak lain, Tabel 5 menunjukkan bahwa pada umur 1 dan 2 tahun, rata-rata tinggi *G. gnemon* pada pola tanam *S. johorensis* + *G. gnemon* + diberi mulsa vertikal lebih tinggi daripada tanpa pemberian mulsa dan berbeda signifikan. Namun pada umur 3 tahun tinggi *G. gnemon* yang diberi mulsa vertikal ternyata lebih tinggi daripada tanpa diberi mulsa vertikal. Pada umur 1 tahun, rata-rata diameter *G. gnemon* dengan dan tanpa mulsa vertikal relatif sama, sedangkan pada umur 2 dan 3 tahun lebih besar. Dengan demikian, perlakuan mulsa vertikal telah memberikan respon yang baik bagi pertumbuhan *G. gnemon* dan *P. speciosa*.

## 3. Biaya yang diperlukan untuk menerapkan teknik mulsa vertikal

Berdasarkan hasil perhitungan secara sederhana, biaya yang diperlukan dalam penerapan teknik mulsa vertikal adalah sebesar Rp 5.700.000 per hektar. Perincian biaya disajikan pada Tabel 6.

Tabel (Table) 1. Besaran aliran permukaan dan erosi akibat perlakuan (*The impact of treatments on runoff and erosion*)

No.	Perlakuan (Treatment)	Aliran permukaan (Run off) (mm/ha/tahun) (mm/ha/years)	Erosi (Erosion) (ton/ha/tahun) (ton/ha/years)
1.	A	938	2,4
2.	B	2.450	5,6
3.	C	326	4,2
4.	D	1.751	5,1

Sumber (Source): (Pratiwi, 2007)

Keterangan (Remarks):

A = *S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *G. gnemon* + vertical mulch)

B = *S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *G. gnemon* + no mulch)

C = *S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *P. speciosa* + vertical mulch)

D = *S. johorensis* + *P. speciosa* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *P. speciosa* + no mulch)

Tabel (Table) 2. Kehilangan unsur hara melalui aliran permukaan (*Nutrient loss through runoff*)

Unsur hara ( <i>Nutrient</i> ) (kg/ha/tahun) (kg/ha/years)	Perlakuan ( <i>Treatment</i> )			
	A	B	C	D
N	3,36	9,50	1,16	8,60
P	0,93	2,77	0,65	2,25
K	1,06	4,74	0,55	3,75
Ca	2,25	7,37	0,63	6,70
Mg	0,37	0,93	0,13	0,84
Na	0,35	0,82	0,12	0,71

Keterangan (*Remarks*):

A = *S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *G. gnemon* + vertical mulch)

B = *S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *G. gnemon* + no mulch)

C = *S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *P. speciosa* + vertical mulch)

D = *S. johorensis* + *P. speciosa* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *P. speciosa* + no mulch)

Tabel (Table) 3. Kehilangan unsur hara melalui erosi (*Nutrient loss through erosion*)

Unsur hara ( <i>Nutrient</i> ) (kg/ha/tahun) (kg/ha/years)	Perlakuan ( <i>Treatment</i> )			
	A	B	C	D
N	0,24	1,68	0,75	1,06
P	0,0001	0,0005	0,0002	0,0004
K	0,15	0,44	0,23	0,44
Ca	0,17	0,68	0,37	0,61
Mg	0,12	0,48	0,18	0,58
Na	0,10	0,32	0,13	0,21

Keterangan (*Remarks*):

A = *S. johorensis* + *G. gnemon* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *G. gnemon* + vertical mulch)

B = *S. johorensis* + *G. gnemon* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *G. gnemon* + no mulch)

C = *S. johorensis* + *P. speciosa* + mulsa vertikal (*S. johorensis* + *P. speciosa* + vertical mulch)

D = *S. johorensis* + *P. speciosa* + tanpa mulsa (*S. johorensis* + *P. speciosa* + no mulch)

Tabel (Table) 4. Rata-rata tinggi dan diameter *S. johorensis* pada umur 1, 2 dan 3 tahun (*Average height and diameter of S. johorensis at 1, 2 and 3 years old*)

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Tinggi ( <i>Height</i> ) (cm)			Diameter (mm)		
	1 tahun (1 year)	2 tahun (2 years)	3 tahun (3 years)	1 tahun (1 year)	2 tahun (2 years)	3 tahun (3 years)
<i>S. johorensis</i> + <i>G. gnemon</i> + mulsa vertikal/vertical mulch (A)	65,65 a	105,28 a	120,31 a	5,21 b	9,50 a	13,13 a
<i>S. johorensis</i> + <i>G. gnemon</i> + tanpa mulsa/no mulch (B)	47,29 d	77,37 d	103,41 b	4,57 c	6,46 c	8,64 c
<i>S. johorensis</i> + <i>P. speciosa</i> + mulsa vertikal/vertical mulch (C)	63,35 b	103,44 b	105,69 b	5,34 ba	9,31 a	11,31 b
<i>S. johorensis</i> + <i>P. speciosa</i> + tanpa mulsa vertikal/vertical mulch (D)	60,68 c	99,11 c	102,21 b	5,47 a	8,23 b	9,08 c

Keterangan (*Remarks*): Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% (*The numbers that are followed by the same letter indicated no significant differences at 95% level*)

Tabel (Table) 5. Rata-rata tinggi dan diameter *G. gnemon* dan *P. speciosa* pada umur 1, 2, dan 3 tahun (Average height and diameter of *G. gnemon* and *P. speciosa* at 1, 2, and 3 years old)

Perlakuan (Treatment)	Tinggi (Height) (cm)			Diameter (mm)		
	1 tahun (1 year)	2 tahun (2 years)	3 tahun (3 years)	1 tahun (1 year)	2 tahun (2 years)	3 tahun (3 years)
<b><i>G. gnemon</i> (<u>G. gnemon</u>):</b>						
<i>S. johorensis</i> + <i>G. gnemon</i> + mulsa vertikal (A)	37,61 b	67,97 b	88,89 a	3,53 a	7,54 a	9,78 a
<i>S. johorensis</i> + <i>G. gnemon</i> + tanpa mulsa (B)	40,70 a	77,33 a	73,22 b	3,61 a	4,50 b	6,11 b
<b><i>P. speciosa</i> (<u>P. speciosa</u>):</b>						
<i>S. johorensis</i> + <i>P. speciosa</i> + mulsa vertikal (C)	44,42 a	102,26 a	111,43 a	5,13 a	9,55 a	10,30 a
<i>S. johorensis</i> + <i>P. speciosa</i> + tanpa mulsa vertikal (D)	40,23 b	90,78 b	96,17 b	4,13 b	7,11 b	8,29 b

Keterangan (Remarks): Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% (The numbers that are followed by the same letter indicated no significant differences at 95% level)

## B. Pembahasan

Mulsa vertikal merupakan salah satu teknik konservasi tanah dan air melalui pembuatan saluran yang dikombinasikan dengan guludan dan ke dalam saluran tersebut diisi mulsa. Teknik ini di bidang kehutanan belum banyak dimanfaatkan, sementara lahan-lahan miring dan terdegradasi di areal bekas tebangan maupun di dalam kawasan hutan banyak dijumpai. Lahan terdegradasi muncul disebabkan antara lain karena adanya perambahan oleh masyarakat sekitar hutan, seperti yang terjadi di Hutan Penelitian Carita. Teknologi konservasi tanah dan air untuk lahan-lahan miring seperti teknik mulsa vertikal diharapkan dapat mengurangi laju aliran permukaan, erosi dan kehilangan unsur hara. Menurut Harijanto, Sinukaban, Tarigan, & Haridjaja (2016) bahwa erosi merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan terjadinya penurunan kesuburan tanah, mengganggu pertumbuhan dan menurunkan hasil panen. Selanjutnya Pratiwi & Salim (2013) menambahkan bahwa aliran permukaan dan erosi dapat diatasi dengan penerapan teknik konservasi tanah dan air,

seperti pembuatan rorak (saluran) yang memotong lereng. Selain itu, lahan yang telah terdegradasi memerlukan bahan organik yang lebih tinggi, seperti mulsa dan pupuk kandang yang berfungsi untuk memperbaiki fisik tanah dan penambahan unsur hara sehingga tingkat kesuburan lahan meningkat (Aziz, Hazra, Salma, & Nursyamsi (2016).

Hasil penelitian menunjukkan jika dibandingkan dengan plot kontrol, maka perlakuan mulsa vertikal pada kombinasi tanaman *S. johorensis* dan *G. gnemon* dapat menurunkan aliran permukaan dan erosi masing-masing sebesar 61,74% dan 57,14% dan pada perlakuan *S. johorensis* dan *P. speciosa* dapat menurunkan aliran permukaan dan erosi masing-masing sebesar 81,39% dan 17,64% (Tabel 1). Hal ini terjadi juga di kebun sawit tanpa mulsa vertikal, sedimentasi yang terjadi sebesar 15,3 kg/ha, sedangkan pada perlakuan mulsa vertikal sedimentasi menjadi 8,3 kg/ha (Murtalaksono, Sutarta, Siregar, Darmosarkoro, & Hidayat (2008). Sementara aliran permukaan yang terjadi pada plot kontrol sebesar 508,3 mm/ha/tahun dan pada plot dengan perlakuan

mulsa vertikal sebesar 12,8 mm/ha/tahun. Menurut Rauf (2008), perlakuan mulsa vertikal pada pertanian di lahan miring, dapat menurunkan erosi dan aliran permukaan yang terjadi masing-masing 6,10 ton/ha/tahun dan 8,37% terhadap curah hujan; sedangkan pada mulsa konvensional (ditebarkan di permukaan tanah) menunjukkan erosi dan aliran permukaan masing-masing sebesar 10,95 ton/ha/tahun dan 14,18% terhadap curah hujan.

Jika dibandingkan antara perlakuan A dan C dimana kedua perlakuan menggunakan mulsa vertikal tetapi dengan kombinasi jenis yang berbeda, terlihat hasilnya bahwa perlakuan A meskipun aliran permukaan tinggi, namun erosinya rendah. Pada perlakuan C aliran permukaannya lebih rendah, tetapi erosinya lebih tinggi. Hal ini karena model tajuk jenis *G. gnemon* berbeda dengan *P. speciosa*. Pada *G. gnemon* susunan daunnya tunggal dan bentuk tajuk silindris dengan kerapatan tajuk rapat, sementara *P. speciosa* susunan daun majemuk dan bentuk tajuk payung tetapi kerapatan tajuk jarang (Mahendra, 2009). Pada perlakuan A, air hujan yang turun sebagian kecil langsung ke tanah, sebagian besar ditangkap tajuk dan dialirkan sebagai aliran batang (*stemflow*). Dalam kondisi ini, tenaga merusak air menjadi sangat kecil sehingga tidak merusak struktur tanah. Pada perlakuan C, air hujan sebagian besar akan jatuh ke tanah, dan butir-butir air hujannya berpotensi merusak struktur tanah sehingga partikel tanah menjadi lepas dan mudah terbawa oleh aliran sebagai erosi percik (*splash erosion*) (Angulo-Martinez, Begueria, & Kysely, 2016; Begueria, Angulo-Martinez, & Navas, 2015; Ghahramani, Ishikawa, Gomi, Shiraki, & Miyata, 2011). Dengan demikian, meskipun aliran permukaan pada perlakuan A lebih besar, namun karena aliran permukaan tersebut berasal dari aliran batang, maka daya erosinya rendah.

Sementara pada perlakuan C, meskipun aliran permukaannya lebih rendah daripada A tetap saja erosinya lebih tinggi karena ada faktor *splash erosion*.

Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, Na) melalui erosi lebih kecil dibandingkan kehilangan unsur hara melalui aliran permukaan. Hal ini terjadi karena unsur-unsur hara terlarut di dalam air dimana jumlah massa airnya per satuan waktu dan satuan luas lebih besar dibandingkan dengan massa partikel erosi. Dengan demikian, unsur hara yang hilang melalui aliran permukaan lebih besar daripada melalui erosi. Secara keseluruhan dari hasil penelitian ini, terdapat kecenderungan bahwa kehilangan unsur hara untuk semua unsur (N, P, K, Ca, Mg, Na) lebih besar terjadi pada lahan tanpa perlakuan mulsa vertikal.

Teknik Mulsa Vertikal memiliki kelebihan dibanding dengan teknik mulsa biasa. Karena dengan teknik mulsa vertikal, sisa-sisa tanaman dimasukkan ke dalam saluran dan dapat berfungsi selain sebagai sumber unsur hara, juga dapat menyerap dan memegang massa air dalam jumlah besar sehingga dapat menyimpan air dalam tanah (McNear Jr, 2013). Saluran dalam mulsa vertikal berfungsi antara lain dapat meningkatkan infiltrasi sehingga mengurangi laju aliran permukaan dan erosi. Disamping itu, saluran dapat berfungsi sebagai tempat terendapkannya partikel-partikel tanah yang terbawa oleh aliran dari bidang di atas saluran. Jika tidak ada saluran yang berisi mulsa tersebut, maka partikel-partikel tanah akan hilang bersama aliran permukaan dan erosi. Akibatnya unsur hara di dalam tanah akan hilang. Oleh karena itu, pemakaian mulsa akan sangat membantu dalam meminimalkan kehilangan unsur hara, bahkan jika telah terdekomposisi, maka akan meningkatkan jumlah hara kembali. Menurut Akbar (2016) bahwa mulsa yang lambat mengurai akan lebih lama melembabkan

tanah dan menstabilkan suhu sehingga mendorong mikroba-mikroba tanah membantu proses dekomposisi di atas permukaan tanah. Pemberian mulsa vertikal ditambah pupuk kandang yang dibenamkan dapat memperbaiki C-organik dan N-total (Marbun, Rauf, & Hanum, 2016). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan mulsa vertikal dapat meningkatkan pertambahan tinggi bibit tebu sebesar 21,9%, jumlah tanaman per rumpun 6,8%, bobot basah 68,28% dan bobot kering 41,96% dibandingkan dengan pemberian mulsa horizontal. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan mulsa vertikal jika dibandingkan dengan penerapan mulsa horizontal dan tanpa pemberian mulsa cukup efektif dalam mengendalikan erosi dan aliran permukaan serta kehilangan unsur hara.

Kehilangan unsur hara baik melalui aliran permukaan maupun melalui erosi akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena keterbatasan konsentrasi unsur hara. Tabel 4 menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman *S. johorensis* pada perlakuan A lebih besar daripada perlakuan C. Hal ini karena besaran erosi dan kehilangan unsur hara akibat erosi di perlakuan A lebih kecil daripada perlakuan C. Pertumbuhan pohon dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kerapatan tegakan, temperatur, jumlah dan distribusi curah hujan sepanjang tahun, kelembaban udara, komposisi kimia tanah, dan kandungan hara (Soekotjo, 2009; Mindawati, 2016). Pohon sebagai komponen penyusun ekosistem tidak dapat terlepas dari komponen ekosistem lainnya, saling berpengaruh dan terkait satu sama lain secara simultan dan akan mempengaruhi pertumbuhan pohon (Mindawati, 2011). Secara garis besar faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pohon dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok, yaitu faktor genetik, faktor lingkungan, dan tindakan silvikultur. Faktor lingkungan yang berhubungan

dengan pertumbuhan pohon salah satunya adalah kondisi tanah (Aziz., Hazra, Salma & Nursyamsi, 2016). Tanah merupakan faktor edafis yang penting untuk pertumbuhan tanaman karena tanah merupakan perantara penyedia faktor-faktor suhu, udara, air dan unsur-unsur hara yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Unsur hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) merupakan unsur kimia yang dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan suatu tapak karena merupakan unsur hara yang secara fundamental dibutuhkan dan diserap tanaman untuk proses pertumbuhan dan proses metabolisme (Mindawati, 2012). Saat ini kondisi lahan kehutanan sebagian besar sudah terdegradasi sehingga teknologi pemupukan sudah menjadi keharusan agar hasil optimal. Dalam hal ini, pemupukan dengan menggunakan pupuk organik/hayati baik sebagai katalisator proses dekomposisi bahan organik, maupun sebagai pelarut hara yang terkandung dalam tanah atau bahan organik menjadi sangat penting (Husnain, Nursyamsi, & Syakir, 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola tanam campuran antara *S. johorensis* dengan *G. gnemon* maupun dengan *P. speciosa* yang menerapkan penggunaan mulsa vertikal dapat mengurangi dan menekan unsur hara yang hilang sekitar 300% (Tabel 3), artinya kesuburan tanah di lahan akan terjaga dan akan bertambah seiring dengan terjadinya proses dekomposisi dari mulsa tersebut. Hal ini mempengaruhi pertumbuhan tinggi dan diameter ketiga tanaman yang diusahakan. Sampai umur 3 tahun, tanaman *S. johorensis* telah mencapai tinggi dan diameter sebesar 120,31 cm dan 13,13 mm, sedangkan tanaman *G. gnemon* mencapai 88,89 cm dan 9,78 mm; dan tanaman *P. speciosa* telah mencapai tinggi 111,43 cm dan diameter 10,30 mm, lebih besar dibanding tanpa pemberian mulsa vertikal.

Produktivitas suatu ekosistem dapat dipertahankan jika tanah dapat melakukan

fungsinya secara optimal karena tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan dapat dimanipulasi melalui teknik silvikultur (Mindawati, 2016). Salah satu manipulasi lingkungan tersebut antara lain pemberian mulsa vertikal yang dalam penelitian ini telah terbukti dapat memperbaiki kesuburan tanah hutan sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun demikian, dekomposisi mulsa sangat tergantung pada aktivitas dekomposer dalam proses mineralisasinya agar menjadi bentuk unsur hara yang sudah terurai dan mudah diserap tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa penerapan mulsa vertikal pada lahan terdegradasi sangat efektif dalam mengurangi laju aliran permukaan, erosi, dan kehilangan unsur hara serta dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman yang diusahakan, baik tanaman kehutanan *S. johorensis* maupun tanaman pertanian *G. gnemon* dan *P. speciosa*. Diharapkan jika tanaman dapat tumbuh baik, maka produktivitas tanaman juga meningkat. Konsekuensi dari penerapan teknik mulsa vertikal adalah diperlukan tambahan biaya untuk pembuatan mulsa vertikal terutama untuk penggalian saluran mulsa vertikal. Jarak antar saluran perlu diatur dengan mempertimbangkan aspek ekonomis. Namun demikian dari segi ekologi, penerapan teknik ini diharapkan dapat memulihkan dan meningkatkan produktivitas lahan.

Dalam merehabilitasi lahan terdegradasi, lebih baik dengan penerapan pola tanam campuran. Menurut Wahyudi (2011) penanaman kombinasi beberapa jenis unggulan akan lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit, lebih fleksibel dalam memenuhi permintaan pasar, dan tercipta keunggulan komparatif. Pola tanam campuran seperti pada penelitian ini, selain menjaga kelestarian lingkungan juga meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar hutan.

Berdasarkan hasil perhitungan biaya penanaman jenis pohon dengan menerapkan teknik mulsa vertikal pada lahan terdegradasi, biaya yang harus dikeluarkan per hektar sebesar Rp. 5.700.000 (di luar biaya penyiapan lahan) dan mudah dalam penerapannya. Oleh karena itu, dalam membangun hutan tanaman di lahan terdegradasi atau di lahan kritis penggunaan mulsa vertikal sangat bermanfaat baik dari segi ekonomi maupun dari segi ekologi.

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **A. Kesimpulan**

Teknik konservasi tanah dan air dengan mulsa vertikal yang diterapkan pada pola tanam campuran antara *S. johorensis* dan *G. gnemon* maupun campuran antara *S. johorensis* dan *P. speciosa* efektif dalam mengurangi laju aliran permukaan dan erosi serta dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter sampai pengamatan tanaman umur 3 tahun di lapangan. Pada pola tanam kombinasi antara *S. johorensis* dan *G. gnemon*, mulsa vertikal dapat menurunkan aliran permukaan dan erosi masing-masing 61,74% dan 57,14%; dan pada pola tanam kombinasi *S. johorensis* dan *P. speciosa*, dapat menurunkan laju aliran permukaan dan erosi sebesar 81,39% dan 17,64%. Penggunaan mulsa vertikal dapat mengurangi kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, Na) baik melalui erosi maupun melalui aliran permukaan. Selain itu, adanya mulsa vertikal dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter ketiga jenis yaitu *S. johorensis*, *G. gnemon* dan *P. speciosa* yang diusahakan. Konsekuensinya adalah diperlukan tambahan biaya untuk menerapkan teknik ini.

##### **B. Saran**

Pada kawasan hutan yang topografinya curam sebaiknya kegiatan penanaman (rehabilitasi) menggunakan

mulsa vertikal dengan pola tanam campuran.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Bapak Atep Dono sebagai pengelola Hutan Penelitian Carita dan kepada para teknisi yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2016). Pengaruh penutupan mulsa organik terhadap perkembangan gulma hutan tanaman nyawai. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 13(2), 95-103.
- Angulo-Martinez, M., Begueria, S., & Kysely, J. (2016). Use of disdrometer data to evaluate the relationship of rainfall kinetic energy and intensity (KE-I). *Science of The Total Environment*, 568, 83-94.
- Aziz, A., Hazra, M.F., Salma, S., & Nursyamsi, D. (2016). Soil chemical characteristics of organic and conventional agriculture. *Jurnal of Tropical Soil*, 21(1), 19-25.
- Begueria, S., Angulo-Martinez, M., & Navas, A. (2015). Detachment of Soil Organic Carbon by rainfall splash: Experimental assessment on three agricultural soil of Spain. *Geoderma*, 245-246, 21-30.
- Ghahramani, A., Ishikawa, Y., Gomi, T., Shiraki, K., & Miyata, S. (2011). Effect of ground cover on splash and sheetwash erosion over a step forested hillslope: A plot scale study. *Catena*, 85, 34-47.
- Harijanto, M., Sinukaban, N., Tarigan, S.D., & Haridjaja, O. (2016). Evaluasi kemampuan lahan untuk arahan penggunaan lahan di DAS Lawo, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(11), 1-11.
- Husnain, Nursyamsi, D., & Syakir, M. (2016). Teknologi pemupukan mendukung jarwo super. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 10(1), 1-10.
- Mahendra, F. (2009). *Agrofestri: Sistem Agroforestri dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- McNear Jr, D.H. (2013). The rhizosphere-root, soil and everything in between. *Natural Education Knowledge*, 4(3), 1.
- Marbun, A., Rauf, A., & Hanum, C. (2016). Teknik mulsa vertikal pada budidaya tebu (*Saccharum officinarum* L.) ratoon satu. *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(1), 82-91.
- Mindawati, N. (2011). Kajian kualitas tapak hutan tanaman industri hibrid *Eucalytus urograndis* sebagai bahan baku industri pulp dalam pengelolaan hutan lestari. [Disertasi] Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Mindawati, N. (2012). Penerapan Silvikultur Intensif Ramah Lingkungan dalam Pengelolaan Hutan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan.
- Mindawati, N. (2016). Pentingnya penerapan teknik silvikultur dan bioteknologi untuk meningkatkan produktivitas hutan. *Mitra Hutan Tanaman* 11(2), 19-22.
- Mindawati, N. (2016). Pengembangan inovasi bidang silvikultur dalam pengelolaan hutan : Peluang dan tantangan. *Mitra Hutan Tanaman*, 11(1), 23-29.
- Murniati. (2012). Teknik pengayaan pada lahan garapan masyarakat di hutan penelitian Carita. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1), 69-83.
- Murtalaksono, K., Sutarta, E.S., Siregar, H.H., Darmosarkoro, W., & Hidayat,

- Y. (2008). Penerapan teknik konservasi tanah dan air dalam upaya penekanan aliran permukaan dan erosi di kebun kelapa sawit. *Dalam: Prosiding Seminar dan Kongres Nasional MKTI VI, 17-18 Desember 2007*, 165-171.
- Pratiwi. (2007). Laju aliran permukaan dan erosi di berbagai hutan tanaman dan beberapa alternatif upaya perbaikannya. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 4(3), 267-276.
- Pratiwi, & Narendra, B.H. (2012). Pengaruh penerapan teknik konservasi tanah terhadap pertumbuhan pertanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di hutan penelitian Carita, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(2), 39–150.
- Pratiwi, & Salim, A.G. (2013). Aplikasi konservasi tanah dengan sistem rorak. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(3), 273-282.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. (2015). *Profil KHDTK Carita*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Rauf, A. (2008). Pengendalian erosi dan limpasan permukaan menggunakan teknik mulsa vertikal pada budidaya jeruk manis di lahan miring. *Jurnal Agrista*, 12(1), 1-9.
- Soekotjo. (2009). Teknik Silviculture Intensif. Gajah Mada University Press.
- Wahyudi, A. (2011). Pertumbuhan tanaman dan tegakan tinggal pada tebang pilih tanam indonesia intensif: studi kasus di Areal Kerja IUPHHK-HA PT Gunung Meranti, Provinsi Kalimantan Tengah. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

## **MODEL INTERAKSI PELAKU HUTAN RAKYAT DALAM PERDAGANGAN KAYU: PENDEKATAN SIMULASI MODEL BERBASIS AGEN**

*(The Interaction Model of Community Forest Behavior in Wood Trade: Agent Based Modelling Approach)*

**Lutfy Abdulah**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia  
Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111  
E-mail: lutfyabdulah@yahoo.co.id

Tanggal diterima: 27 Mei 2017; Tanggal direvisi: 22 Mei 2019; Tanggal disetujui: 31 Mei 2019

### **ABSTRACT**

*The sustainability of private forest depended on market mechanisms and the role of policy act. It is a result of interaction among agents. The aim of this study is to find the best strategy in strengthening the position of wood products in trade and its implication for existence of private forest using agent based modeling. The modeling is made using open sources software i.e. Netlogo. The result showed that if there is no competitor's market share, then forest cover tends to be stable. Conversely, if there are competitors, then the community will tend to convert their forest land to other land uses. In this situation, government must take a position by issuing wood trade policies. There are two strategies might be taken, i.e. setting based price for wood products or facilitating trade cartel. First strategy will provide impact like reducing deforestation but only temporary. While, the second strategy will induce the productivity of private forest farmers and maintain forest sustainability by delaying forest conversion and improving land cover with forest. This model needs to be developed by adding variables production capacity and others.*

**Key words:** *agent based modeling, private forest, construction wood, wood trade*

### **ABSTRAK**

Kelestarian hutan rakyat sangat bergantung pada mekanisme pasar dan peran kebijakan pembangunan kehutanan yang merupakan interaksi perilaku pemangku kepentingan dalam rantai pemasaran. Penelitian ini bertujuan untuk mencari strategi terbaik dalam memperkuat posisi kayu dalam perdagangan kayu konstruksi dan implikasinya kepada keberadaan hutan rakyat dengan menggunakan pendekatan pemodelan berbasis aktor (*agent based modelling*). Pemodelan menggunakan perangkat lunak yang digratiskan seperti Netlogo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika pangsa pasar kayu tidak ada pesaing, maka tutupan hutan cenderung stabil. Sebaliknya jika ada pesaing, maka masyarakat akan cenderung mengonversi lahan hutannya untuk peruntukan lahan lainnya. Pada kondisi ini, pemerintah harus mengambil posisi dalam bentuk mengeluarkan kebijakan perdagangan kayu. Ada dua strategi yang ditawarkan yakni: penetapan harga dasar kayu dan fasilitasi kartel perdagangan kayu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa harga dasar kayu yang bersifat statis akan menjadi jawaban untuk menahan konversi hutan, namun tidak untuk jangka panjang. Sementara strategi kartel perdagangan dengan kelembagaan yang solid akan membantu meningkatkan produktivitas petani hutan rakyat dan mempertahankan kelestarian hutan dengan menghambat konversi hutan dan meningkatkan tutupan lahan oleh hutan. Model yang sudah tersedia perlu dikembangkan dengan menambahkan variabel kapasitas produksi dan lain-lain.

**Kata kunci:** *Hutan rakyat, kayu konstruksi, pemodelan berbasis aktor, perdagangan kayu*

## **I. PENDAHULUAN**

Pembangunan hutan rakyat merupakan upaya untuk mendorong pemenuhan bahan baku kayu dan juga untuk tujuan meningkatkan simpanan karbon. Istilah

hutan rakyat menggiring pada status pemilikan sumberdaya. Status tersebut adalah milik pribadi. Hal ini berarti bahwa keputusan dalam pemilihan jenis pohon, jarak tanam, teknik silvikultur, dan waktu

panen bergantung pada pemilik hutan rakyat itu sendiri.

Perilaku pemilik hutan rakyat dinamis. Perubahan perilaku cenderung dipengaruhi oleh situasi pasar, dalam hal ini terkait nilai uang yang diterima ketika ditebang. Sementara diketahui bersama bahwa pendapatan sangat dipengaruhi oleh harga. Harga kayu dibentuk di pasar yang bersaing bebas dengan pesaingnya. Salah satu pesaing terkuat kayu terutama dalam bidang konstruksi adalah baja ringan. Pada umumnya masyarakat menganggap bahwa baja ringan dianggap lebih murah, mudah diperoleh, serta memiliki kualitas yang lebih baik. Namun beberapa penelitian menyebutkan bahwa penggunaan bahan pengganti kayu justru berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan (Taylor & Langenberg, 2003). Kayo & Noda (2018) menyatakan bahwa penggunaan kayu dapat menurunkan emisi tahunan sebesar 17%, namun jika menggunakan bahan pengganti, maka akan meningkatkan emisi dari konstruksi sebesar 88% dan dari furnitur sebesar 8%.

Beberapa strategi yang dapat ditempuh antara lain melalui promosi penggunaan kayu. Hal ini karena konsumsi kayu berkaitan erat dengan jumlah pengguna dan kemampuan untuk membeli kayu (Tian, Li, Wan, Liu, & de Jong, 2017). Dengan promosi penggunaan kayu, maka akan meningkatkan pendapatan nasional (Kayo, Tsunetsugu, & Tonosaki, 2015). Strategi lain adalah dengan menetapkan harga dasar dan pembentukan kartel perdagangan yang dipercaya akan mampu memperbaiki nilai tawar kayu rakyat (Nurrochmat, Darusman, & Ekayani, 2016). Selain itu perlu dilakukan kerjasama antara pengusaha baja ringan dengan kayu rakyat dalam bentuk pembagian keuntungan (*benefit share*) sehingga masing-masing pihak sama-sama mendapatkan manfaat sehingga kelestarian pembangunan hutan dapat terwujud (Roma & Perrone, 2016).

Kelestarian dalam kehutanan

didefinisikan sebagai kelestarian produksi kayu, meski terdapat pendekatan yang sifatnya multi dimensi meliputi pendekatan sosial, ekologi, dan ekonomi yang perlu dipertimbangkan secara bersama-sama dalam suatu unit manajemen (Karvonen, Halder, Kangas, & Leskinen, 2017). Kelestarian hutan merupakan interaksi antara sumberdaya dan aktor serta kegiatan yang memengaruhi interaksi keduanya. Kelestarian hutan rakyat dapat terjadi karena interaksi antara komponen industri-pemasaran-penyedia kayu dan interaksi antar komponen tersebut dengan lingkungan yang lebih luas sehingga keberadaan hutan rakyat itu stabil. Konsep ini kemudian disebut lestari (Nurrochmat *et al.*, 2016).

Penelitian tentang persepsi dan sikap pemangku kepentingan dalam menjaga kelestarian alam terus berkembang. Pendekatan permodelan merupakan metode yang mudah dan murah sehingga mampu memproyeksikan kondisi sumberdaya alam baik secara dinamis maupun statis. Saat ini, praktek pemodelan mengarah kepada dua hal penting yakni alasan di balik pilihan-pilihan pembuatan keputusan dari suatu model yang sering tidak terdokumentasi dengan baik yang disebabkan oleh data empiris, dan teoritis yang ada yang tidak cukup kuat menjelaskan pilihan tersebut sehingga model hanya berupa asumsi. Untuk memetakan perilaku terutama pelaku konsumen pemula, maka diperlukan sistem informasi yang cukup (Osburg, Appelhanz, Toporowski, & Schumann, 2016).

Dalam hal mempelajari interaksi tersebut dengan berbagai kepentingan para pemangku kepentingan, maka perlu pendekatan pemodelan dalam memproyeksikan dampak interaksi terhadap sumberdaya. Hal ini rumit, namun penting dan tidak sesederhana dengan menggunakan pendekatan linier. Sebagai contoh pendekatan *linier programming* untuk menentukan nilai ekonomi lahan hutan

tanaman rakyat yang ditanam dengan berbagai variasi jenis tanaman dan kemudian menyimpulkan adanya pengaruh harga pasar terhadap nilai lahan (Hefni, Lahjie, Sardjono, Ruchaemi, & Agang, 2012).

Untuk itu, penelitian ini dilakukan dalam rangka membangun sebuah model simulasi berbasis agen dalam pemasaran dan penggunaan produk kayu yang mempengaruhi keberadaan hutan, pendapatan dari hasil produksi kayu, dan pengaruh keberadaan baja ringan terhadap hutan. Oleh karena itu, tujuan penelitian adalah memahami interaksi perilaku sumberdaya alam-pemangku kepentingan terhadap performa kelestarian hutan rakyat.

## **II. METODOLOGI**

### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Bogor yang dilakukan mulai Februari sampai dengan Juni 2017. Penelitian ini dilakukan dengan metode penelusuran pustaka terkait pembangunan hutan rakyat sengon.

### **B. Metode**

Jumlah produksi kayu bulat di Indonesia dari tahun 2003–2014 sebesar 143,87 juta m<sup>3</sup> (KPK, 2015), yang didominasi jenis akasia sebesar 22,91 juta m<sup>3</sup> (52,22%), kayu meranti sebesar 4,47 juta m<sup>3</sup> (10,19%), kayu rimba campuran sebesar 2,62 juta m<sup>3</sup> (5,97%), dan kayu sengon/albazia sebesar 2,58 juta m<sup>3</sup> (5,89%). Berdasarkan asal tempat kayu bulat dihasilkan, 26,53 juta m<sup>3</sup> (60,48%) dihasilkan di Pulau Sumatera dan 10,53 juta m<sup>3</sup> (24,01%) dihasilkan di Pulau Kalimantan, serta 4,94 juta m<sup>3</sup> (11,26%) dihasilkan di Pulau Jawa. Kayu bulat merupakan bahan baku untuk kayu industri dan kayu olahan, salah satunya kayu gergajian, kayu lapis dan mebel sebagai bahan baku konstruksi dan rumah tangga. Secara nasional, produksi kayu gergajian nasional mencapai 1,939 juta

m<sup>3</sup>, sementara kayu lapis mencapai 1,634 juta m<sup>3</sup> dan kayu furnitur mencapai 119,9 ribu m<sup>3</sup> (BPS, 2016).

Pulau Jawa sebagai pulau dengan tingkat pertumbuhan ekonomi tertinggi memiliki potensi pasar terbesar untuk produk kayu Indonesia. BPS (2016) mencatat penghasil kayu olahan kayu gergajian terbesar adalah Pulau Jawa sebesar 1,03 juta m<sup>3</sup> (53,21%), sementara 1,08 juta m<sup>3</sup> produksi kayu olahan kayu lapis dihasilkan di Pulau Kalimantan (66%). Produksi kayu furnitur terbesar diproduksi di Pulau Jawa sebesar 113,55 ribu m<sup>3</sup> (94,69%).

Namun demikian, produksi kayu ini tidak serta merta langsung diserap masyarakat. Masyarakat menggunakan baja ringan sebagai bahan pelengkap dan bahkan pengganti kayu untuk konstruksi. Beberapa alasan mengapa masyarakat cenderung memilih baja ringan, antara lain: tidak lapuk dimakan rayap, mempercepat durasi atau waktu pengerjaan suatu bangunan, struktur rangka baja ringan yang tentunya lebih ringan daripada kayu, hemat biaya, rangka baja ringan memiliki struktur atau material yang bisa disesuaikan dengan keadaan geografis sebuah daerah, dan mampu menjaga lingkungan (<http://lamudi.co.id>, 2014). Namun menurut Kowal (2013) konstruksi kayu memiliki kemampuan meredam suhu sampai dengan 30<sup>0</sup>C dibanding konstruksi baja yang hanya mampu meredam suhu hingga 20<sup>0</sup>C. Sementara berdasarkan tingkat kebisingan, konstruksi kayu mampu meredam sampai 6 desibel dibanding baja yang hanya 5 desibel. Di Papua, persentase perbandingan biaya antara bangunan yang berkonstruksi baja ringan dan bangunan yang berkonstruksi kayu sebesar 110,7%. Nilai ini akan berbeda berdasarkan lokasi (Kowal, 2013).

Keunggulan menggunakan kayu untuk konstruksi bangunan adalah kayu merupakan sumberdaya yang dapat diperbaharui, menggunakan energi yang kecil

dalam proses pengerjaannya dan mampu menyimpan CO<sub>2</sub> dalam bentuk selulosa di kayu, kesan ringan dan ramah untuk semua tipe iklim, dapat didaur ulang, dapat dikonversi menjadi energi biomassa sehingga menurunkan ketergantungan pada energi fosil (Woodard & Milner, 2016). Namun, permasalahan yang sering dihadapi dan mempengaruhi persepsi masyarakat adalah menggunakan kayu sebagai bahan baku konstruksi cenderung tidak awet. Meski hal ini bukan menjadi akar masalah karena dapat diatasi dengan perlakuan pendahuluan sebelum kayu dijual. Untuk meningkatkan keawetan kayu maka perlu mengurangi ukuran pori sehingga volume udara menjadi kecil dan meminimalkan perubahan pada volume kayu, serta menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri (secara tidak langsung melalui perbaikan hidrofobik atau pengisian dengan zat penghambat (Ramage *et al.*, 2017). Selain itu, untuk mencegah serangan jamur, bakteri dan serangga (secara tidak langsung), dan juga meningkatkan ketahanan api sampai batas tertentu perlu memadamkan kelompok kimia aktif seperti kelompok hidroksil. Penggunaan bahan pengawet juga dapat dilakukan untuk membunuh jamur, bakteri dan serangga secara langsung, serta menambah kelembaban lapisan, bioagen tahan api atau *UV-resistant* pada permukaan kayu.

Uraian di atas menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku, teknologi pengolahan kayu serta strategi pemasaran produk kayu dapat didefinisikan dengan baik. Namun, mengapa pilihan untuk membangun dan menjaga hutan masih tidak menjadi peluang mata pencaharian yang menarik. Permasalahan lingkungan, harga, dan hukum menjadi dasar keterpurukan kayu. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka industri kehutanan harus memiliki strategi berupa “*to do the right thing, do things the right way, and utilize the best available tools and technologies*” (Hansen, & Juslin, 2005).

Strategi *to do the right thing* adalah perusahaan tidak berorientasi pada keuntungan semata melainkan harus mempertimbangkan hak-hak masyarakat sekitar hutan. Hak yang dimaksud disini adalah didefinisikan dengan tepat dan sesuai kebutuhan. Sementara strategi *do things the right way* adalah memahami alat yang harus digunakan dan efisiensinya. Strategi *utilize the best available tools and technologies* adalah kemampuan untuk memproyeksikan kebutuhan pasar dan prospek pasar.

Strategi ini tidak berjalan baik terutama pada industri lokal. Hal ini mendorong munculnya industri barang pengganti seperti baja ringan. Selisih antara produksi dan konsumsi baja ringan nasional mencapai 4 juta ton di tahun 2006, sementara permintaan baja ringan mencapai 6 juta ton dan cenderung meningkat mencapai 14,4% (Tjahajana, 2008).

Penjualan dan penggunaan baja ringan bagi konstruksi rumah sebenarnya bukanlah ancaman terhadap penggunaan kayu Indonesia. Dilaporkan bahwa produksi kayu baik di hutan alam maupun hutan tanaman terus menurun sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan kayu domestik. Namun demikian, penggunaan baja ringan dalam waktu panjang dan skala luas akan menurunkan keinginan masyarakat untuk menggunakan kayu. Akibatnya nilai kayu akan semakin menurun karena rendahnya permintaan. Hal ini akan mendorong konversi lahan berhutan menjadi tidak berhutan. Selain itu, masalah harga kayu yang lebih mahal dibandingkan baja ringan ikut membentuk persepsi masyarakat. Permasalahan persepsi yang terbentuk ini dapat dijelaskan atas jaringan pemasaran produk kayu dan baja ringan dan dampaknya terhadap keberadaan hutan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disampaikan pertanyaan penelitian secara sederhana yaitu “bagaimana interaksi antar agen mulai dari petani di

hutan, industri dan masyarakat dalam menggunakan produk kayu, dan apa dampak hadirnya baja ringan yang membangun persepsi masyarakat akan adanya pengganti kayu yang lebih efektif dan efisien dalam konstruksi bangunan terhadap kelestarian hutan.

### C. Kerangka Pendekatan Masalah

Dalam menggambarkan interkoneksi antar aktor, penelitian ini menggunakan pendekatan kerangka kerja analisis kelembagaan seperti pada Gambar 1.

Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan pemodelan sistem berbasis agen. Untuk menjawab pertanyaan penelitian tersebut, maka perlu penjelasan tentang karakteristik produk kayu, *stakeholder* yang terlibat, aturan apa yang digunakan yang semuanya berinteraksi dalam sebuah situasi aksi dan terjadi interaksi dengan sumberdaya hutan sehingga menghasilkan *outcome* berupa keberadaan hutan.

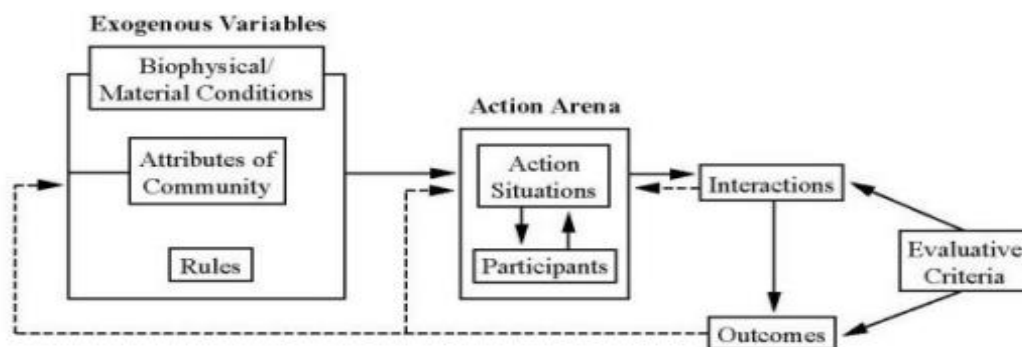
Produk kayu yang dimaksud adalah kayu untuk konstruksi yang berasal dari jenis *fast growing species* terutama sengon dengan daur pendek yang kebanyakan tumbuh di lahan milik. Sementara aktor yang dilibatkan adalah petani pemilik hutan rakyat yang menanam dan menjaga hutan sebagai mata pencaharian, industri pengolah kayu, dan masyarakat yang menggunakan kayu untuk membuat bangunan. Selain itu, terdapat aktor dari

pemasaran baja ringan yang menjual produknya dan bersaing dengan produk kayu dalam konstruksi bangunan, serta pemerintah yang membuat regulasi pemanfaatan sumberdaya.

Aturan yang dimaksud dalam analisis ini adalah sertifikasi produk hutan, kebijakan pajak lingkungan, dan mekanisme pasar dengan *outcome* berupa luasan lahan bertutupan hutan. Kriteria yang digunakan adalah bersifat binomial atas ada dan tidaknya suatu lahan yang sebelumnya hutan menjadi hutan dan atau berubah menjadi peruntukan lain. Adapun bentuk hubungannya disajikan dalam diagram *causal-loop* (Gambar 2).

### D. Analisis Data

Simulasi *Agent-based models* (ABMs) merupakan penggambaran dari hubungan interaksi dan sebab-akibat dari perilaku agen (Shiflet & Shiflet, 2014). Dalam bidang ekonomi, beberapa agen yang harus dipertimbangkan adalah konsumen, institusi pemerintah, lembaga pemasaran, pembuat kebijakan, dan perlu melibatkan sejumlah aturan yang dibangun oleh setiap *stakeholder*. Perilaku petani (produsen) akan dipengaruhi oleh interaksi antar agen di atas. Agen akan beraksi pada sejumlah titik yang memengaruhinya seperti situasi dalam dirinya sendiri, lingkungan, dan aturan pribadi yang dipegang.



Sumber (Source): (Ostrom *et al.* 1994)

Gambar (Figure) 1. Kerangka kerja analisis kelembagaan (The framework of institution analysis)



### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

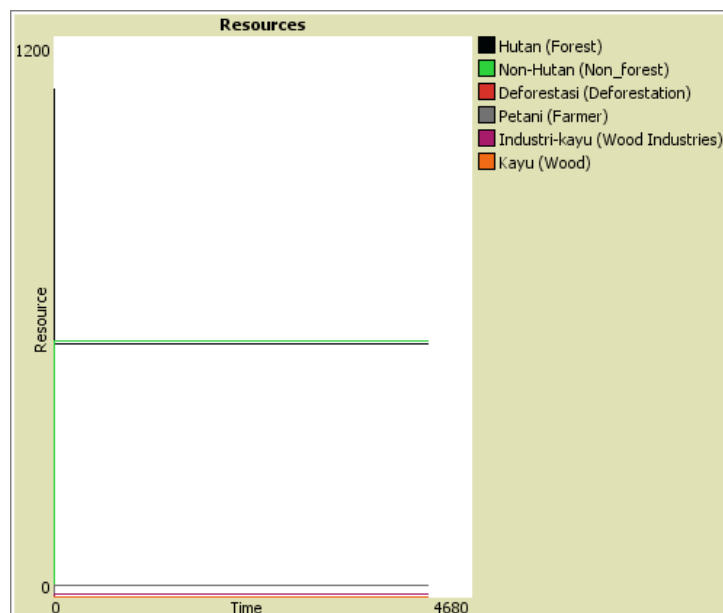
##### 1. Kondisi hutan ideal dan faktanya

Tanggung jawab untuk menjaga dan meningkatkan kelestarian hutan rakyat harus dipandang sebagai sebuah sistem yang merepresentasikan peran aktor. Pengaturan peran kunci sangat penting. Dalam penelitian ini, peran kunci ada di tangan pemerintah dimana penentuan harga dasar kayu, pemantauan atas kondisi pasar dan penguatan aset petani merupakan tanggung jawab pemerintah. Selain itu, restrukturisasi industri kehutanan penting agar kayu yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik (Gambar 4).

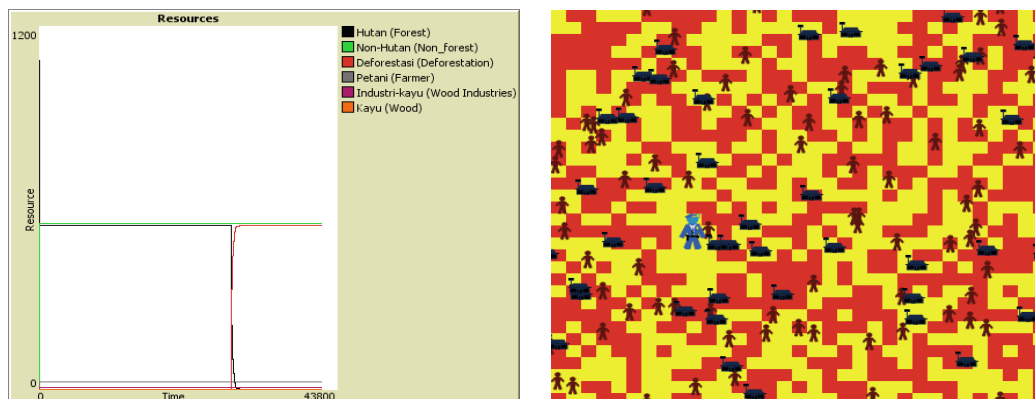
Gambar 4 menunjukkan bahwa hutan rakyat dikatakan ideal jika tutupan areal berhutan dan bukan hutan tetap ada. Keberadaan ini terus dipertahankan melalui pengelolaan hutan yang menguntungkan bagi semua para pihak. Keuntungan yang diperoleh oleh petani adalah harga kayu yang lebih tinggi dibandingkan biaya pembangunan hutan rakyat .

Harga kayu merupakan instrumen interaksi antar pemangku kepentingan. Harga kayu akan menurun dan meninggalkan nilai harapan petani atas kayu bila ada barang substitusi. Dalam pemodelan ini barang substitusi berasal dari hadirnya baja ringan. Bila kondisi ini terus terjadi, maka petani akan mengonversi lahannya ke peruntukan lain dan fenomena ini disebut dengan istilah deforestasi.

Gambar 5 menunjukkan bahwa dampak harga kayu yang terus menurun (warna kuning yang semakin ditutupi dengan warna merah) dan tidak sejalan dengan biaya pembangunan hutan rakyat atau nilai lahan untuk pertanian, permukiman, dan lain-lain, mengakibatkan petani cenderung mengonversi lahan untuk peruntukan lain. Hal ini kemudian berakibat hilangnya kayu dari peredaran untuk bahan baku konstruksi bangunan rumah, dan sebaliknya permintaan baja ringan sebagai barang substitusi kayu akan meningkat.



Gambar (Figure) 4. Kondisi ideal dari pengelolaan hutan rakyat yang berkelanjutan (*Ideal condition of the sustainable private forest management*).



Gambar (Figure) 5. Dampak persaingan bahan baku (*The impact of raw material competition*)

Permintaan impor baja ringan yang meningkat pada suatu saat akan menciptakan ketergantungan terhadap baja ringan yang kemudian berakibat pada naiknya harga baja ringan. Jika barang substitusi tidak tersedia, maka akan mengakibatkan konsumen mengalami kesulitan untuk mendapatkan rumah dengan harga terjangkau/murah. Selain itu, kerusakan lingkungan dan dampak hilangnya hutan akan terus meningkat sehingga memper-sulit kondisi ekonomi dan lingkungan.

## 2. Skenario pengelolaan hutan rakyat

### a. Skenario penetapan harga dasar kayu

Untuk meningkatkan daya tahan petani terhadap mekanisme pasar memang diperlukan campur tangan pemerintah. Penetapan harga dasar oleh pemerintah merupakan strategi yang sesuai. Beberapa strategi pemerintah lainnya yang telah dijalankan adalah:

- 1) memberikan bantuan bibit kepada masyarakat untuk membangun hutan rakyat. Strategi ini baik karena biaya untuk membeli bibit menjadi rendah dan bahkan tidak ada. Dengan demikian, harga kayu dapat ditekan sehingga meningkatkan surplus konsumen. Permasalahannya adalah bibit yang digunakan bukan bibit dengan kualitas unggul;
- 2) strategi inovasi teknologi pengawetan kayu di tingkat petani dan industri

kayu kecil. Hal ini akan berdampak positif yaitu surplus produsen yang meningkat, produk kayu mampu bersaing dengan kompetitornya, serta produktivitas petani meningkat. Namun, kelemahan dari strategi ini adalah investasi yang diberikan besar (Nurrochmat *et al.*, 2016).

Penetapan harga dasar sebesar nilai harapan petani akan mendorong harga kayu naik sehingga produktivitas naik. Namun, penetapan harga dasar harus tidak statis melainkan harus terus memper-timbangkan komponen produksi agar harga dasar tidak di bawah nilai harapan petani.

Gambar 6 menunjukkan bahwa penetapan harga dasar kayu efektif untuk mendorong produktivitas petani (adanya titik berwarna hijau), namun jika tidak dilakukan perbaikan penetapan harga dasar maka produktivitas petani akan turun meski tidak sampai ke angka nol. Agar petani mampu mempertahankan keberadaan hutan rakyat dan tidak terpengaruh oleh mekanisme pasar yang terjadi, maka perlu pengelolaan aset seperti aset sosial, sumberdaya manusia, finansial, fisik, dan sumberdaya alam (Oktalina, Awang, Hartono, & Suryanto, 2016).

Untuk mengendalikan penurunan produktivitas petani, maka diperlukan upaya meningkatkan posisi tawar petani

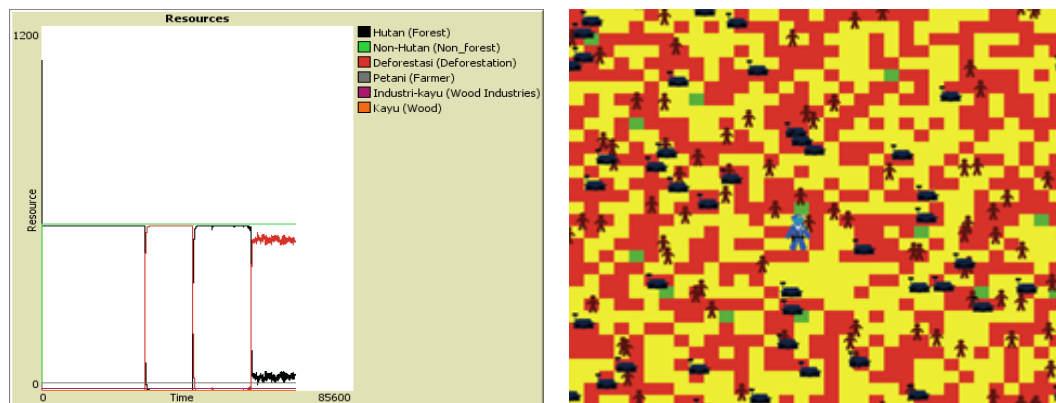
melalui pertimbangan umur tebangan, peningkatan aksesibilitas petani terhadap lembaga keuangan, pengembangan sistem informasi pasokan kayu, dan kebutuhan kayu sehingga kondisi pasar dapat diakses semua pihak serta pengembangan sentra-sentra kayu.

### b. Skenario pembentukan kartel perdagangan kayu

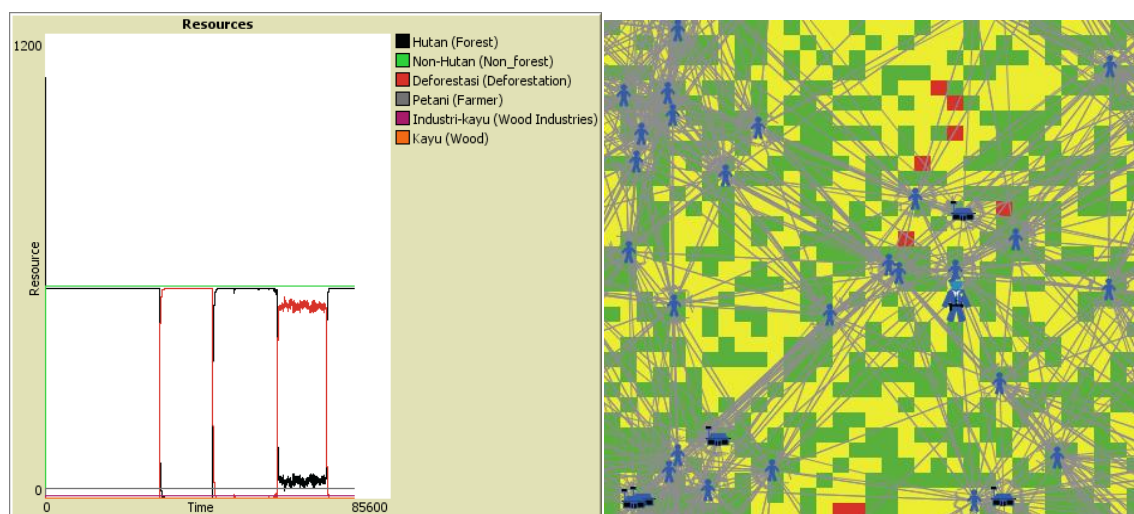
Ilham (2009) dan Nurrochmat *et al.* (2016) mengusulkan strategi kartel perdagangan kayu rakyat dengan komposisi petani-industri-pedagang. Skema ini akan berjalan efektif apabila profit yang

diterima masing-masing agen atau komponen pemasaran tersebut tinggi, semua ikut berpartisipasi dan patuh pada aturan kartel, penerapan kuota yang ketat bagi setiap anggota, serta elastisitas harga yang rendah.

Penentuan harga kayu bersifat dinamis seiring berubahnya faktor produksi pembangunan hutan tanaman rakyat. Nilai tersebut antara lain berupa perubahan suku bunga untuk pembangunan hutan rakyat dan skema ini akan berjalan dengan baik jika kesejahteraan dan keadilan menjadi pertimbangan utama bagi semua pihak.



Gambar (Figure) 6. Dampak penetapan harga dasar kayu (*The impact of wood base price*)



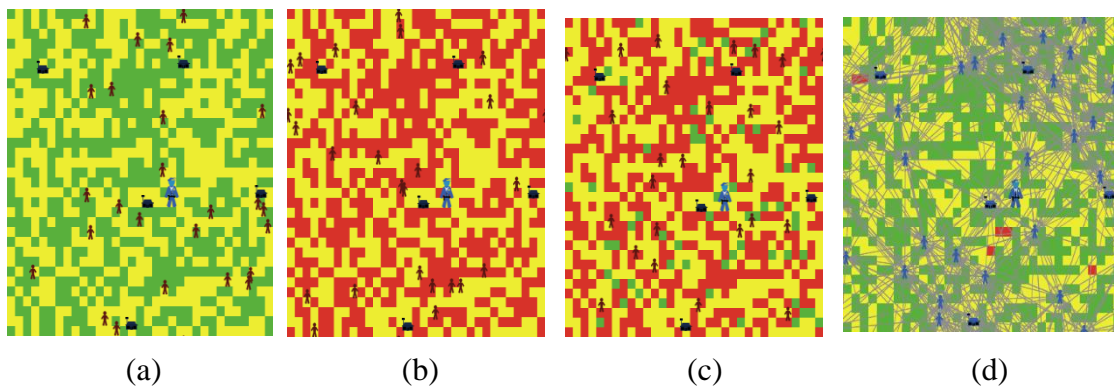
Gambar (Figure) 7. Dampak kartel perdagangan terhadap tutupan lahan (*The impact of trade cartel to land cover*)

Tutupan lahan akan kembali “hijau” (titik berwarna hijau semakin banyak) jika harga kayu selalu berada di atas biaya yang dikeluarkan dalam membangun hutan. Harga kayu pun bersifat adaptif akibat dari perubahan biaya dari setiap faktor produksi. Hal ini dapat ditempuh dengan strategi *total margin proporsional* yang diatur dalam aturan kartel agar bagi hasil lebih adil sesuai peran dan tingkat kontribusi melalui kelembagaan kartel perdagangan (Roma, & Perrone, 2016).

Gambar 8 menunjukkan proyeksiutupan lahan yang akan terjadi. Bila produk kayu di hutan rakyat dibeli dan digunakan, maka petani akan terus menanam kembali lahannya dengan pohon (Gambar 8a: proporsi warna hijau dan kuning hampir sama dan tetap). Meski, harga yang ditawarkan tidak selamanya lebih besar dari biaya pembangunan hutan ditambah suku bunga investasi.

Kondisi tersebut akan berubah ketika terdapat kompetitor seperti baja ringan. Kehadiran barang substitusi seperti baja ringan dengan harga yang relatif lebih murah dan umur pemakaian yang lebih lama akan menurunkan permintaan produk kayu dari hutan rakyat (Gambar 8b: warna hijau sudah berubah menjadi merah). Kondisi ini mengakibatkan harga kayu rendah dan pendapatan petani akan menurun sehingga tidak menarik untuk menanam kembali lahannya dengan pohon.

Jika kondisi tersebut diatasi dengan menentukan harga dasar kayu dari hutan rakyat yang bersifat statis dan tidak responsif terhadap perubahan harga faktor produksi lainnya, maka kebijakan ini hanya efektif di awal saja (Gambar 8c: ada warna hijau yang mulai muncul), namun tidak menyelesaikan permasalahan dalam waktu yang lama.



Keterangan (*Remarks*):

- (a) Kondisiutupan lahan sebelum adanya kompetitor produk kayu (*Land cover condition before the presence of wood products competitor*)
- (b) Kondisiutupan lahan setelah adanya kompetitor produk kayu (*Land cover condition after the presence of wood products competitor*)
- (c) Kondisiutupan lahan dengan skenario penetapan harga dasar (*Land cover condition with base price scenario*)
- (d) Kondisiutupan lahan dengan skenario kartel perdagangan (*Land cover condition with trade cartel scenario*)

Gambar (*Figure*) 8. Dinamika perubahanutupan lahan akibat perubahan kebijakan perdagangan kayu (*The dynamic of land cover cause of wood trade policy change*).

Untuk itu, perlu adanya asosiasi sebagai wujud nyata dari kartel perdagangan antara: petani-pedagang-konsumen (Gambar 8d: warna hijau mendominasi dengan proporsi yang sama dengan warna kuning). Beberapa aturan main (kelembagaan) perlu dibangun dan disepakati serta dikontrol komitmen pelaksanaannya. Dengan ini, petani akan memiliki akses untuk menyampaikan biaya pembangunan hutan rakyat dan proyeksi biaya pada beberapa waktu ke depan. Pedagang dibagi atas dua tipe yakni pedagang yang sifatnya membeli pohon di hutan rakyat (tengkulak) dan pedagang yang menjual produk hasil olahan. Tengkulak harus dilibatkan dalam kartel ini agar tidak saling menjatuhkan harga. Sementara pedagang produk akhir tentunya memiliki arena yang lebih luas dan tidak terbatas pada lokasi di sekitar hutan rakyat.

Konsumen juga dibagi dua tipe yakni konsumen dari sektor industri pengolahan kayu dan konsumen akhir. Konsumen di sektor industri akan menyampaikan biaya produksi untuk menghasilkan produk tertentu. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan serapan kayu rakyat namun tidak semena-mena dalam menentukan harga bahan baku. Sementara konsumen akhir diharapkan dapat menggunakan produk kayu ini sesuai dengan kebutuhan. Pada konsumen ini yang berperan adalah pendapatan perkapita.

## **B. Pembahasan**

Hasil penelitian ini mampu memproyeksikan kondisi pengelolaan hutan berdasarkan sejumlah penelitian yang terpisah. Pemikiran berbasis *agen* yang dikembangkan ini menempatkan hasil penelitian sebagai informasi dalam memprediksi kondisi hutan rakyat ke depan. Dari penelitian ini, perilaku agen ditunjukkan dengan respon positif (ya) atau negatif (tidak) atas sebuah kondisi. Persepsi ini dapat divisualisasikan dalam

bentuk diagram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku agen akan mengubah lahan (*patches*) dan tidak sebaliknya.

Hasil pemodelan perilaku *agen* di atas menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam membangun hutan rakyat lestari adalah kepastian pasar dan harga jual kayu. Parameter harga yang digunakan dalam penelitian ini lebih singkat dibandingkan penelitian lainnya. (Sukwika, Darusman, Kusmana, & Nurrochmat, 2018) menunjukkan bahwa dalam menyusun kebijakan pengelolaan hutan rakyat harus mempertimbangkan pendapatan petani, pedagang, upaya petani dalam meningkatkan kualitas kayu, tingkat kemiskinan petani, jumlah penyuluh kehutanan, dan program penyuluhan pertanian dan kehutanan. Sementara Park, Lee, & Song (2017) menjelaskan bahwa keberhasilan pembangunan hutan rakyat ditentukan oleh dua kondisi yakni: investasi dan teknologi pembangunan hutan rakyat itu sendiri.

Penelitian berbasis agen seperti ini lebih mengarah pada pendapat individu dibandingkan perannya dalam kelompok. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukwika *et al.* (2018) dan Park *et al.* (2017) yang lebih mengarah pada pertimbangan pembangunan hutan rakyat di komunitas tertentu. Hal yang membedakan dari kedua penelitian tersebut adalah adanya aturan kelompok yang mengatur pembuatan keputusan oleh setiap anggotanya pada penelitian berbasis komunitas.

Pengelolaan hutan rakyat lestari dapat diwujudkan dengan memperhatikan interaksi antar pelaku yang ditunjukkan oleh harga kayu di atas yang diharapkan oleh petani, namun juga tidak terlalu mahal bagi konsumen. Selain itu, harga kayu harus menjamin kualitas kayu yang lebih baik dari barang substitusi yang hal ini tentunya merupakan hal yang sulit. Untuk mengatasi hal ini, maka diperlukan

strategi yang tepat yaitu melalui pembatasan peredaran barang substitusi di daerah tertentu saja.

Agar harga kayu dapat lebih baik, juga diperlukan beberapa strategi lain yakni: (1) usaha pengelolaan hasil hutan atau industri kehutanan skala kecil diletakkan di pedesaan dan melekat dengan pembangunan hutan rakyat (Suharjito & Purwawangsa, 2014); (2) pembentukan koperasi hutan rakyat untuk meningkatkan ketahanan ekonomi rakyat (Subekti *et al.*, 2016; Sukwika *et al.*, 2018); (3) menerapkan strategi “*responsible marketing* atau *environmental marketing* dalam pemasaran produk kayu (Hansen & Juslin, 2005); (4) memahami *stakeholder* utama dalam penyusunan kebijakan hutan rakyat yakni pekerja, masyarakat lokal, masyarakat secara umum, konsumen, dan aktor yang terlibat dalam rantai nilai sumberdaya tersebut (Lehmann, Russi, Bala, Finkbeiner, & Fullana-i-Palmer, 2011); (5) membangun kerjasama antar kompetitor dalam pemasaran produk (Roma, & Perrone, 2016); dan (6) meningkatkan pendapatan masyarakat secara luas (Kayo *et al.*, 2015) melalui sistem kontrak yang disepakati bersama (Kamal, Grodzinska-Jurczak, & Brown, 2015).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Penggunaan pendekatan pemodelan berbasis aktor sangat baik untuk meramalkan dampak pembuatan keputusan dari setiap petani sebagai pemilik hutan rakyat. Prinsip dasarnya adalah hanya ada dua pilihan yakni “ya” atau “tidak”. Dengan pemodelan ini, maka dampak pembuatan keputusan dapat divisualisasikan. Pilihan tersebut akan diambil bila skenario yang diusung sesuai dengan pilihan individu. Dalam penelitian ini mengusung skenario kartel perdagangan

merupakan solusi dalam menjaga kelestarian pembangunan hutan rakyat.

##### B. Saran

Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan menambahkan variabel biaya dan ambang batas (*carrying capacity*) setiap petani dalam menginvestasikan modalnya dalam membangun hutan rakyat. Selain itu, perlu menambahkan variabel tingkat dan pola konsumsi kayu rakyat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan Prof. Herry Purnomo, Dr. Budi Kuncahyo, Dian Setiawan S.Hut yang telah bersedia berdiskusi selama proses penyusunan model dan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik [BPS]. (2016). *Statistik Produksi Kehutanan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Hansen, E., & Juslin, H. (2005). Marketing of forest products in a changing world. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 35(2), 190-204.
- Hefni, A., Lahjie, A.M., Sardjono, M.A., Ruchaemi, A., & Agang, M.W. (2012). Optimalisasi pendapatan hutan tanaman jenis meranti merah, sengon, mahoni, pulai dan bayur dalam kombinasi pengelolaan di Kalimantan Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(2), 159–172.
- <http://lamudi.co.id>. (2014). Pengertian-baja-ringan-dan-beberapa-alasan-memilih-baja-ringan. <https://doi.org/1037//0033-2909.I26.1.78>
- Ilham, N. (2009). Kebijakan pengendalian harga daging sapi nasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 7(3), 211–221.
- Kamal, S., Grodzinska-Jurczak, M., & Brown, G. (2015). Conservation on private land: a review of global strategies with a proposed

- classification system. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.875463>
- Karvonen, J., Halder, P., Kangas, J., & Leskinen, P. (2017). Indicators and tools for assessing sustainability impacts of the forest bioeconomy. *Forest Ecosystems*, 4.
- Kayo, C., & Noda, R. (2018). Climate change mitigation potential of wood use in civil engineering in Japan based on life-cycle assessment. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020561>
- Kayo, C., Oka, H., & Hashimoto, S. (2015). Socioeconomic development and wood consumption. <https://doi.org/10.1007/s10310-015-0481-6>
- Kayo, C., Tsunetsugu, Y., & Tonosaki, M. (2015). Climate change mitigation effect of harvested wood products in regions of Japan. *Carbon Balance and Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13021-015-0036-3>
- Kowal, F. (2013). *Evaluasi Bangunan Konstruksi Baja Ringan dan Konstruksi Kayu Ditinjau Dari Aspek Ekonomi*. Universitas Gadjah Mada.
- KPK. (2015). *Mencegah Kerugian Negara Di Sektor Kehutanan*. Direktorat Penelitian dan Pengembangan Kedeputian Pencegahan Komisi Pemberantasan Korupsi Republik Indonesia. Jakarta. Retrieved from <https://acch.kpk.go.id/images/tema/ltbang/pengkajian/pdf/Laporan-PNBP-Kehutanan-KPK-report-web.pdf>
- Lehmann, A., Russi, D., Bala, A., Finkbeiner, M., & Fullana-i-Palmer, P. (2011). Integration of social aspects in decision support, based on life cycle thinking. *Sustainability*, 3(4), 562–577. <https://doi.org/10.3390/su3040562>
- Nurrochmat, D.R., Darusman, D., & Ekayani, M. (2016). *Kebijakan Pembangunan Kehutanan dan Lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Oktalina, S.N., Awang, S.A., Hartono, S., & Suryanto, P. (2016). Pemetaan aset penghidupan petani dalam mengelola hutan rakyat di Kabupaten Gunungkidul. *J. Manusia Dan Lingkungan*, 23(1), 58–65.
- Osburg, V.S., Appelhanz, S., Toporowski, W., & Schumann, M. (2016). An empirical investigation of wood product information valued by young consumers. *Journal of Cleaner Production*, 110, 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.068>
- Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J., Agrawal, A., Blomquist, W., Schlager, E., & Thang, S.Y. (1994). *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. The University of Michigan Press.
- Park, H., Lee, J.Y., & Song, M. (2017). Scientific activities responsible for successful forest greening in Korea. *Forest Science and Technology*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.1080/21580103.2016.1278048>
- Ramage, M.H., Burrige, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., ... Scherman, O. (2017). The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(September 2016), 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>
- Roma, P., & Perrone, G. (2016). Cooperation among competitors: A comparison of cost-sharing mechanisms. *Int. J. Production Economics*, 180, 172–182.
- Shiflet, A.B., & Shiflet, G.W. (2014). An

- Introduction to Agent - Based Modeling for Undergraduates. *Procedia - Procedia Computer Science*, 29(Building 2010), 1392–1402. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.126>
- Subekti, I., Martono, E., & Hamid, E.S. (2016). Manajemen koperasi dalam rangka pengelolaan hutan rakyat dan pengaruhnya terhadap ketahanan ekonomi masyarakat (Studi Pada Koperasi Wana Lestari Menoreh di Kabupaten Kulon Progo , DIY ). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 22(2), 158–179.
- Suharjito, D., & Purwawangsa, H. (2014). Percepatan devolusi pengelolaan hutan. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan*, 1, 12–17.
- Sukwika, T., Darusman, D., Kusmana, C., & Nurrochmat, D.R. (2018). Skenario Kebijakan Pengelolaan Hutan Rakyat Berkelanjutan di Kabupaten Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 207–215. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.207-215>
- Taylor, J., & Langenberg, V. K. (2003). Review of the Environmental Impact of Wood Compared with Alternative Products Used in the Production of Furniture, 1–16.
- Tian, M., Li, L., Wan, L., Liu, J., & de Jong, W. (2017). Forest product trade, wood consumption, and forest conservation—the case of 61 countries. *Journal of Sustainable Forestry*, 36(7), 717–728. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1356736>
- Tjahajana, A. (2008). Strategi Memperkuat Industri Baja Nasional. *Media Industri*, (02).
- Woodard, A.C., & Milner, H.R. (2016). *Sustainability of timber and wood in construction. Sustainability of Construction Materials* (Second Edi). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100370-1.00007-X>

## **PENGARUH PENYIMPANAN DAN WAKTU PENETASAN TELUR TERHADAP KUALITAS BIBIT ULAT SUTRA DAN KUALITAS KOKON *Bombyx mori* L.**

*(The Effect of Egg Preservation and Hatching Schedule on Seed Quality and Cocoon Quality of Silkworm Bombyx mori L.)*

**Lincih Andadari<sup>1</sup> dan/and Kuntadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia  
Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

<sup>2</sup>Perhimpunan Entomologi Indonesia  
E-mail: a.lincih@yahoo.co.id

Tanggal diterima: 7 November 2017; Tanggal direvisi: 10 Mei 2019; Tanggal disetujui: 15 Mei 2019

### **ABSTRACT**

*Silkworm eggs are a key factor in sericulture industry. Good quality of silkworm eggs cannot be produced any times. Therefore eggs preservation techniques becoming the most important aspect to be handled. Storage trial of *Bombyx mori* L. silkworm eggs through one cooling stage at 5 °C was carried out to obtain appropriate preservation techniques for longterm period. A factorial experiment based on randomized block design was performed to study the egg preservation and hatching techniques of 2 silkworm races. The results showed that cold storage duration affected incubation period and hatching uniformity. High hatching percentage (>90%) was produced by eggs preservation at 25 °C for 1 day followed by cold storage (5 °C ) for 69 days, then treated with HCl of 1.094 specific gravity at 48 °C for 7 minutes. The duration of cold storage affected the hatching percentage, but did not affect the quality of caterpillars and cocoon productions. Silkworm hybrid produced higher quality cocoon compare to pure strain. Eggs preservation at room temperature (25° C) for 10 days followed by refrigeration at 5° C for 60 days produced better quality of eggs and cocoons.*

**Keywords:** *hatching technique, production, sericulture*

### **ABSTRAK**

Bibit telur ulat sutra merupakan faktor kunci di dalam industri persuteraan alam. Bibit ulat sutra bermutu baik tidak dapat diproduksi setiap saat sepanjang waktu. Oleh sebab itu teknik penyimpanan telur menjadi aspek penting yang harus dikuasai agar mampu menyediakan bibit berkualitas sepanjang waktu sesuai kebutuhan. Uji coba penyimpanan telur ulat sutra *Bombyx mori* L. melalui satu tahap pendinginan pada suhu 5°C telah dilakukan dengan tujuan mendapatkan teknik penyimpanan yang sesuai untuk tetap menjaga kualitas dan produktivitas bibit dalam jangka panjang. Percobaan faktorial dalam rancangan acak kelompok digunakan untuk menguji mutu bibit ulat sutra melalui teknik penyimpanan dan penetasan telur dari dua galur ulat sutra. Hasil penelitian menunjukkan lama penyimpanan dingin berpengaruh terhadap lama waktu inkubasi dan keserempakan penetasan. Persentase penetasan yang tinggi (>90%) dihasilkan oleh telur yang telah melalui penyimpanan pada suhu 25°C selama 1 hari dan penyimpanan dingin (5°C) selama 69 hari, kemudian diberi perlakuan asam HCl dengan berat jenis 1,094 pada temperatur 48°C selama 7 menit. Lama penyimpanan dingin hanya memengaruhi persentase penetasan, tetapi tidak berpengaruh terhadap mutu ulat dan kokon. Ulat sutra galur hibrid menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan galur murni. Penyimpanan pada 25°C selama 10 hari dan dilanjutkan pada suhu 5°C selama 60 hari menghasilkan kualitas telur dan kokon yang lebih bagus.

**Kata kunci:** *produksi, persuteraan, teknik penetasan*

## **I. PENDAHULUAN**

Kualitas kokon yang baik merupakan target utama di dalam usaha pemeliharaan ulat sutra, karena akan

menentukan kualitas benang yang dihasilkan. Kualitas kokon ditentukan oleh beberapa faktor antara lain sifat keturunan, jenis ulat sutra, keadaan

selama pemeliharaan, waktu pemindahan ulat pada alat pengokonan, lingkungan dan kualitas pakan, serta metode pemberian pakan ulat sutra. Kualitas bibit merupakan aspek penting dalam industri persuteraan alam (Sarkar, Sarmah, Dutta, & Dutta, 2012). Kehilangan produksi atau kegagalan usaha budidaya ulat sutra dapat disebabkan oleh kualitas bibit yang rendah. Oleh karena itu, perbaikan teknik pembibitan harus terus diupayakan.

Kelola pembibitan bertujuan untuk memproduksi bibit berkualitas baik secara efisien dan ekonomis. Di daerah tropis, produksi bibit hanya dilakukan pada kondisi musim yang optimum, meskipun pemeliharaan ulat dapat berlangsung sepanjang tahun (Sarkar *et al.*, 2012). Kondisi disebut optimum ketika pemeliharaan dapat menghasilkan pupa hidup yang tinggi dan telur yang banyak. Hal ini disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan yang sangat tinggi terhadap kehidupan dan produktivitas ulat sutra (Hemmatabadi, Seidavi, & Gharahveysi, 2016; Rahmathulla, 2012). Untuk itu, pemanfaatan telur diatur dengan mengaplikasikan teknik penyimpanan dan penetasan yang tepat sehingga bibit dapat tersedia setiap saat untuk memenuhi kebutuhan petani pelaku budidaya dengan kualitas yang tetap terjaga. Penyimpanan telur dilakukan pada saat embrio memasuki masa dorman (*diapause*), baik yang terjadi secara alami (Kumaresan, Thangavelu, & Sinha, 2004) maupun melalui perlakuan tertentu (Jingade, Babu, Lekha, Nair, Rao, & Manjula, 2013; Rajanna, Raju, Prabhakar, & Kamble, 2008).

Ulat sutra secara genetik memiliki 2 karakter, yaitu jenis yang secara alami mengalami dormansi pada fase telur dan jenis yang tidak mengalami dormansi (*non-diapause*). *Diapause* merupakan ekspresi organisme yang ditentukan oleh faktor genetik dan mekanisme endokrinologi sebagai respon terhadap stimulus kondisi lingkungan (Tribhuwan

Singh, Singh, & Sahaf, 2013). Pada ulat sutra, *diapause* terjadi dalam proses embriogenesis pada saat pembelahan sel embrio memasuki tingkat gastrula (Yamamoto, Mase, & Sawada, 2013). Secara umum, proses terjadinya *diapause* dipicu oleh faktor lingkungan (suhu, kelembaban, dan fotoperiodisme) yang tidak kondusif bagi perkembangan embrio (Kumar & Ponnuvel, 2007). Proses sebaliknya akan terjadi pada saat kondisi lingkungan berubah menguntungkan, yaitu kondisi *diapause* akan berakhir dan proses perkembangan akan berjalan kembali. Pada jenis *non-diapause*, dormansi embrio dapat dipicu oleh adanya efek kejutan akibat perendaman telur pada zat asam seperti HCl (Rajanna *et al.*, 2008) atau penyimpanan pada suhu rendah (Kumaresan *et al.*, 2004). Efek kejutan yang sama dapat menghasilkan fungsi sebaliknya, yakni menghentikan proses *diapause* dan mengaktifkan kembali perkembangan embrio dari kondisi dorman (Abdelmegeed, 2016; Yamamoto *et al.*, 2013). Pada ulat sutra *diapause* terjadi pada fase embrio, sehingga umur dan daya simpan telur ulat sutra tergantung pada jangka waktu lamanya fase dormansi (*embryonic diapause*). Pengaturan kondisi lingkungan tersebut dapat menjadi penentu umur simpan telur.

Daya simpan dan metode penyimpanan telur ulat sutra sudah dipelajari sejak lama dengan tujuan agar mampu menyediakan kebutuhan bibit, baik jangka pendek maupun panjang. Penyimpanan telur pada suhu rendah terbukti dapat memperpanjang waktu dormansi sehingga dapat menunda proses penetasan sampai dengan jangka waktu yang dibutuhkan (Muthulakshmi & Kamble, 2015). Meskipun demikian, daya simpan telur pada suhu rendah tingkat keamanannya sangat tergantung pada kondisi embrio, dan perkembangan embrio membutuhkan kondisi lingkungan fisiologis yang tepat untuk menjaga agar ulat yang akan lahir tetap memiliki daya

tumbuh (viabilitas) yang baik (Rajanna *et al.*, 2008). Oleh sebab itu, metode penyimpanan telur yang paling sedikit memengaruhi kualitas dan viabilitas bibit merupakan faktor penting dalam budidaya ulat sutra karena kondisi lingkungan penyimpanan secara langsung berpengaruh pada tingkat penetasan, perkembangan ulat, dan kualitas benang yang akan dihasilkan (Singh & Saratchandra, 2004).

Prosedur penyimpanan dan penetasan (penghentian masa dormansi) telur secara umum ditentukan oleh kebutuhan lama penyimpanan. Tahapan yang harus dilalui dalam proses penyimpanan telur berbeda-beda untuk kebutuhan penetasan jangka pendek, menengah, dan panjang (Singh & Saratchandra, 2004). Penyimpanan telur untuk jangka waktu tertentu, misalnya jadwal penetasan di atas 60 hari, harus dilakukan pendinginan pada suhu rendah melalui dua tahap (*double step refrigeration*), yaitu 5°C dan 2,5°C. Prosedur yang dilalui sejak telur dihasilkan (*oviposition*) adalah 40–50 hari pada suhu 25°C, 6 jam pada suhu 15°C pendinginan selama 40 hari pada suhu 5°C, pendinginan selama 20–30 hari pada suhu 2,5°C, perendaman dengan larutan asam HCl pada suhu 15°C dan inkubasi selama 5–6 menit pada suhu 48°C (Singh & Saratchandra, 2004). Penelitian Rajanna *et al.* (2008) menunjukkan metode dua tahap pendinginan mampu menghasilkan daya tetas telur yang lebih tinggi daripada metode pendinginan tunggal (*single step refrigeration*), khususnya untuk jadwal penyimpanan jangka panjang, yaitu 60 dan 80 hari.

Tahap pendinginan menjadi masalah bagi laboratorium yang tidak dilengkapi *cold storage* dengan level pendinginan yang memadai. Untuk mengatasi persoalan tersebut, telah dilakukan uji coba penyimpanan telur menggunakan metode satu tahap pendinginan (*single step refrigeration*)

dengan menghilangkan prosedur pendinginan pada suhu 2,5°C. Penelitian dilakukan melalui eksperimen dengan perlakuan lama waktu pendinginan untuk jangka waktu penyimpanan 70 hari. Tujuan penelitian adalah untuk menguji penyimpanan telur ulat sutra *Bombyx mori* L. melalui satu tahap pendinginan pada suhu 5°C agar mendapatkan teknik penyimpanan yang sesuai untuk tetap menjaga kualitas dan produktivitas bibit.

## II. METODOLOGI

### A. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Persuteraan Alam, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H), Badan Penelitian, Pengembangan, dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, di Bogor.

### B. Metode

#### 1. Rancangan percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan faktor pertama (A) berupa dua galur ulat sutra *Bombyx mori* dan faktor kedua (B) adalah empat tata waktu penyimpanan telur yang dibagi menjadi empat kelompok. Galur ulat sutra terdiri dari galur murni 804 (A1) dan hibrid 8483 (A2). Galur murni 804 merupakan salah satu galur murni terbaik koleksi Bank Plasma P3H yang dipakai sebagai indukan hibrid. Adapun hibrid 8483 merupakan hasil persilangan galur murni 804 dengan galur murni 803. Tata waktu penyimpanan telur terdiri dari:

B1: Disimpan selama 1 hari pada suhu ruang 25°C + di refrigerator selama 69 hari pada suhu 5°C

B2: Disimpan selama 10 hari pada suhu ruang 25°C + di refrigerator selama 60 hari pada suhu 5°C

B3: Disimpan selama 20 hari pada suhu ruang 25°C + di refrigerator selama 50 hari pada suhu 5°C

B4: Disimpan selama 40 hari pada suhu ruang 25°C + di refrigerator selama 30 hari pada suhu 5°C

Masing-masing penyimpanan semua perlakuan memiliki jangka waktu yang sama yaitu 70 hari.

## 2. Cara kerja

Telur yang baru dihasilkan (*oviposition*) disimpan pada kondisi suhu ruang (25°C) sesuai masing-masing perlakuan (yaitu selama 1, 10, 20, dan 40 hari), kemudian dimasukkan ke dalam *cold storage* untuk penyimpanan dingin pada suhu 5°C dalam waktu yang berlainan (69, 60, 50, dan 30 hari). Masing-masing perlakuan menggunakan 200 butir telur sebagai unit percobaan. Setelah penyimpanan dingin, telur dipindahkan kembali ke dalam ruangan dengan temperatur 25°C selama 3 jam lalu dicelupkan ke dalam HCl dengan berat jenis (BJ) 1,094 dan temperatur 48°C selama 7 menit. Selanjutnya telur dimasukkan ke dalam ruang inkubasi sampai menetas. Ulat dari masing-masing perlakuan dipelihara sampai menjadi kokon untuk mengetahui kualitas ulat dan kokon yang dihasilkan. Untuk menghindari adanya bias pemeliharaan, maka prosedur dan tempat pemeliharaan, serta jenis daun murbei dan volume pemberian pakan dibuat sama untuk semua ulat hasil penetasan. Parameter yang diamati meliputi:

- a. **Kualitas telur.** Kualitas telur dinilai berdasarkan persentase penetasan (%), yaitu perbandingan banyaknya telur yang menetas dengan jumlah total telur per induk dikali 100%;
- b. **Kualitas ulat.** Kualitas ulat dinilai berdasarkan rendemen pemeliharaan, diukur dengan membagi banyaknya kokon yang dihasilkan dengan jumlah ulat sutra yang dipelihara dikali 100%;

c. **Kualitas kokon.** Kualitas kokon dinilai berdasarkan beberapa parameter, yaitu persentase kokon normal, bobot kokon, bobot kulit kokon, dan persentase kulit kokon. Persentase kokon normal (KN), diukur dengan cara membandingkan jumlah kokon normal dengan jumlah kokon keseluruhan kemudian dikalikan dengan 100%.

Bobot kokon, merupakan bobot kokon dari rata-rata 50 butir sampel dalam satuan gram, diukur dengan menimbang bobot kokon seluruhnya yaitu kokon berikut pupa yang ada di dalamnya.

Bobot kulit kokon, diukur dengan menimbang kulit kokon, yaitu kokon setelah pupa yang ada didalamnya dikeluarkan.

Persentase kulit kokon (KK), diukur dengan membagi bobot kulit kokon dengan bobot kokon dikalikan 100%.

## C. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap berbagai parameter yang diuji. Data dianalisis dengan bantuan program statistika *JMP Start Statistics 8*. Data yang menunjukkan perbedaan nyata diuji lebih lanjut dengan uji Tukey.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1. Kondisi hutan ideal dan faktanya

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor galur ulat, penyimpanan, serta interaksi keduanya tidak berpengaruh pada parameter rendemen pemeliharaan, persentase kokon normal, dan rasio kulit kokon. Interaksi antara galur ulat dan faktor penyimpanan memberikan hasil yang nyata pada bobot kokon. Faktor galur ulat memberikan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) pada rendemen pemeliharaan dan bobot kulit kokon, sedangkan faktor penyimpanan

memberikan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) pada persentase penetasan dan bobot kulit kokon (Tabel 1).

Tabel (Table) 1. Hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap parameter penetasan, rendemen pemeliharaan, persentase kokon normal, bobot kokon, rasio kulit kokon, dan bobot kulit kokon (*Result analysis of treatment effects on hatchability percentage, cocoon yield percentage, normal cocoon percentage, cocoon weight, shell weight, and shell ratio*).

Sumber ragam (Source of variance)	Persentase Penetasan (Hatchability percentage)	Rendemen Pemeliharaan (Cocoon yield percentage)	Persentase kokon normal (Normal cocoon percentage)	Bobot kokon (Cocoon weight)	Bobot kulit kokon (Shell weight)	Rasio kulit kokon (Shell ratio)
A. Galur ulat (Strain of silkworm)	tn	*	tn	*	*	tn
B. Penyimpanan (Preservation)	*	tn	tn	*	*	tn
C. A x B	tn	tn	tn	*	tn	tn

Keterangan (Remark): \* = berbeda nyata pada tingkat 5% (*significantly different at 5%*); tn = tidak nyata (*non significant*).

Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa rata-rata persentase penetasan telur ulat sutra tidak berbeda nyata antara faktor penyimpanan cara 1 (1 hari 25°C + 69 hari 5°C) dengan cara 2 (10 hari 25°C + 60 hari 5°C), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Metode penyimpanan cara B2 (10 hari 25°C + 60 hari pada suhu 5°C) tidak berbeda nyata dengan penyimpanan cara B3 (20 hari 25°C + 50 hari 5°C), namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Oleh karena itu, faktor yang terbaik untuk penyimpanan kedua jenis ulat sutra tersebut yaitu penyimpanan cara 1 yaitu selama 1 hari di ruang bersuhu 25°C + di refrigerator selama 69 hari pada suhu 5°C (Tabel 2). Data

penetasan telur menunjukkan bahwa semakin pendek penyimpanan pada suhu ruang 25°C yang diikuti dengan semakin lama penyimpanan di tempat dingin pada suhu 5°C menghasilkan persentase penetasan semakin tinggi.

Saat terjadinya penetasan telur menunjukkan bahwa masa inkubasi telur berlainan tergantung kepada faktor penyimpanan. Metode penyimpanan cara B1 (1 hari 25°C + 69 hari 5°C) menunjukkan telur menetas lebih cepat dan serempak, yaitu 10–12 hari. Pada penyimpanan cara B4 (40 hari 25°C + 30 hari 5°C) ternyata masa inkubasi lebih lama (18–20 hari) dan tidak serempak sehingga persentasenya rendah.

Tabel (Table) 2 Rerata persen penetasan telur pada empat metode penyimpanan (*Mean percentage of eggs hatchability at four preservation methods*).

Faktor penyimpanan (Factor of preservation)	Persentase penetasan (Hatchability percentage) (%)
B1 1 hari/day 25°C + 69 hari/days 5°C	95,27 a
B2 10 hari/days 25°C + 60 hari/days 5°C	89,32 ab
B3 20 hari/days 25°C + 50 hari/days 5°C	82,79 b
B4 40 hari/days 25°C + 30 hari/days 5°C	62,80 c

Keterangan (*Remark*): Nilai rerata diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Tukey (*The mean values followed by the same letter are not significantly different at 5% Tukey tests*)

Hasil analisis uji lanjut menunjukkan bahwa faktor galur hibrid menghasilkan persentase rendemen pemeliharaan lebih tinggi dibandingkan galur murni, namun, semua faktor galur ulat sutra telah menghasilkan rendemen hasil kokon yang sama baiknya, yaitu rata-rata di atas 90% (Tabel 3).

Pada parameter kualitas kokon, terlihat adanya pengaruh interaksi faktor jenis ulat dengan faktor penyimpanan. Galur hibrid menghasilkan bobot kokon yang sama pada keempat teknik penyimpanan, sedangkan galur murni menghasilkan bobot kokon yang semakin rendah untuk penyimpanan pada suhu kamar (25oC) semakin lama (Tabel 4).

Meskipun demikian bobot kokon belum menunjukkan hasil maksimal karena bobot kokon bisa mencapai lebih dari 2 gram.

Hasil analisis bobot kulit kokon menunjukkan perbedaan yang nyata pada faktor galur ulat dan faktor cara penyimpanan (Tabel 5). Galur hibrid ulat sutra menghasilkan rata-rata bobot kulit kokon yang lebih tinggi daripada galur murni. Faktor penyimpanan cara B2 (10 hari 25°C + 60 hari 5°C) dan cara B3 (20 hari 25°C + 50 hari 5°C) menghasilkan bobot kulit kokon yang tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan dua cara penyimpanan lainnya (cara B1 dan B4).

Tabel (*Table*) 3. Rerata rendemen pemeliharaan pada dua jenis ulat dan empat cara penyimpanan (*The mean percentage of cocoon yield at two strain of silkworms and four egg preservation methods*)

Faktor/ <i>Factor</i>	Rendemen Pemeliharaan ( <i>Cocoon yield</i> ) (%)
<i>Galur ulat/Strain of silkworm</i>	
804	95, 19 b
8483	98, 63 a
<i>Penyimpanan/Preservation</i>	
B1 1 hari/ <i>day</i> 25°C + 69 hari/ <i>days</i> 5°C	95.50 a
B2 10 hari/ <i>days</i> 25°C + 60 hari/ <i>days</i> 5°C	92.00 a
B3 20 hari/ <i>days</i> 25°C + 50 hari/ <i>days</i> 5°C	90.63 a
B4 40 hari/ <i>days</i> 25°C + 30 hari/ <i>days</i> 5°C	89.88 a

Keterangan (*Remark*): Nilai rerata diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*The mean values followed by the same letter are not significantly different at 5%*)

Tabel (*Table*) 4. Pengaruh interaksi antara jenis ulat dan penyimpanan terhadap bobot kokon (*The effect of interaction between strain of silkworm and eggs preservation on cocoon weight*)

Galur ulat/ <i>Strain of silkworm</i>	Bobot kokon ( <i>Cocoon weight</i> )(g)	
	804	8483
<i>Penyimpanan/Preservation</i>		
B1 1 hari/ <i>day</i> 25°C + 69 hari/ <i>days</i> 5°C	1,923 a	1,885 ab
B2 10 hari/ <i>days</i> 25°C + 60 hari/ <i>days</i> 5°C	1,778 bcd	1,923 a
B3 20 hari/ <i>days</i> 25°C + 50 hari/ <i>days</i> 5°C	1.723 cd	1,888 ab
B4 40 hari/ <i>days</i> 25°C + 30 hari/ <i>days</i> 5°C	1,650 d	1,795 abc

Keterangan (*Remark*) : Nilai dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% (*Values at the same column followed by the same letter are not significantly different at 5%*)

## **B. Pembahasan**

Tata cara penyimpanan bibit ulat sutra untuk penggunaan jangka panjang telah banyak dikaji melalui penyimpanan telur (Anton, Mārghitaş, & Dezmirean, 2015; Kumar & Ponnuvel, 2007; Muthulakshmi & Kamble, 2015), kokon (Shukla, Prasad, & Upadhyay, 2014), bahkan ovarium (Banno *et al.*, 2013). Prosedur penyimpanan dan penetasan telur paling banyak dipelajari dengan maksud untuk mendapatkan metode pengaturan waktu penggunaan telur dengan tetap mempertahankan viabilitas dan kualitas bibit dalam jangka pendek, menengah, dan panjang, baik untuk galur bibit yang secara alami mengalami fase diapaus (Singh, Reddy, Kumari, Angadi, & Sivaprasad, 2015; Singh *et al.*, 2014; Iizuka, Mase, Okada, & Yamamoto, 2008; Rajanna *et al.*, 2008) maupun yang tidak (Rajanna, Reddy, Harlapur, & Basavaraja, 2011; Singh, Nirupama, & Gangopadhyay, 2010; Kumaresan *et al.*, 2004). Beberapa parameter yang biasa digunakan sebagai tolok ukur penilaian hasil uji coba adalah fekunditas, persentase penetasan, rendemen pemeliharaan (hasil kokon), dan kualitas kokon (Singh *et al.*, 2015; Rajanna *et al.*, 2008). Uji coba penyimpanan dan penetasan telur dari dua galur ulat sutra menggunakan metode satu tahap pendinginan (*single step refrigeration*) pada suhu 5°C memperlihatkan adanya pengaruh interaksi perlakuan galur ulat sutra dan cara penyimpanan hanya pada bobot kokon. Perlakuan ulat galur murni dan hibrid menunjukkan galur ulat berpengaruh terhadap rendemen pemeliharaan, sedangkan jangka waktu penyimpanan bibit selama 70 hari menunjukkan lama waktu pendinginan berpengaruh terhadap persentase penetasan telur dan bobot kulit kokon, tetapi tidak banyak berpengaruh kepada parameter yang lain.

Hasil penelitian mengindikasikan semakin pendek masa simpan telur di suhu kamar (25°C) dan diikuti pendinginan pada suhu 5°C dengan jangka waktu yang lebih panjang maka semakin tinggi persentase penetasan yang didapat. Dari empat perlakuan lama waktu penyimpanan dingin, setidaknya terdapat satu jenis perlakuan yang mampu menghasilkan persentase penetasan sangat tinggi di atas 90%. Perlakuan B1 dengan lama pendinginan 69 hari setelah penyimpanan suhu kamar 1 hari menghasilkan angka penetasan 95,27%, sementara penyimpanan dingin 60 hari setelah disimpan pada temperatur kamar 10 hari hanya mencapai sekitar 89% dan penyimpanan telur dengan waktu pendinginan yang lebih singkat menghasilkan persentase penetasan yang lebih rendah lagi. Data tersebut menunjukkan bahwa, selain lama waktu penyimpanan telur, perlu penyimpanan dingin dengan waktu yang cukup agar menghasilkan angka penetasan yang baik. Dengan kata lain perbandingan antara lama penyimpanan dingin dan penyimpanan suhu kamar perlu mendapat perhatian karena sangat menentukan tingkat penetasan telur. Menurut Chen (2000) penetasan di atas 90% dicapai setelah penyimpanan dingin minimal 55 hari dan sebelumnya disimpan pada temperatur kamar selama 18-26 hari. Hasil penelitian kami memberi petunjuk bahwa penggunaan metode satu tahap pendinginan dapat digunakan dalam penyimpanan telur untuk penggunaan/ penetasan 70 hari dengan jangka waktu penyimpanan dingin di atas 60 hari. Untuk jangka waktu penggunaan di atas 70 hari masih perlu kajian lebih lanjut mengingat penelitian Rajanna *et al.* (2008) memperlihatkan persentase penetasan yang semakin turun.

Perlakuan galur ulat berpengaruh terhadap rendemen pemeliharaan (Tabel

2). Hibrid menunjukkan hasil rendemen pemeliharaan yang lebih tinggi, sesuai dengan hasil penelitian Andadari dan Sunarti (2015) yang menunjukkan kombinasi persilangan dengan induk betina 804 menghasilkan rendemen pemeliharaan terbaik dibandingkan kombinasi yang lain. Hibrid 8483 menggunakan indukan 804. Rendemen pemeliharaan tampaknya lebih ditentukan oleh galur ulat sutra. Meskipun berbeda nyata semua perlakuan menghasilkan rendemen pemeliharaan di atas 90% yang berarti cukup baik (Andadari *et al.*, 2013) karena rendemen pemeliharaan sangat berpengaruh pada produksi kokon yang dihasilkan (Rahma, 2017).

Bobot kokon merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menguji kualitas kokon. Semakin tinggi bobot kokon yang dihasilkan kualitas kokonnya semakin baik (Nursita, 2012). Bobot kokon mempunyai korelasi positif dengan hasil kokon per boks (Andadari *et al.*, 2013). Pada penelitian ini terdapat perbedaan yang nyata pada bobot kokon dan bobot kulit kokon antara galur murni dan hibrid. Meskipun interaksi perlakuan penyimpanan dan galur ulat sutra berpengaruh nyata pada bobot kokon, akan tetapi galur ulat lebih berperan menentukan bobot kokon dan bobot kulit kokon yang dihasilkan daripada perlakuan lama penyimpanan. Data pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bobot kokon dan bobot kulit kokon dari telur galur murni rata-rata lebih rendah dibandingkan rata-rata bobot kokon dan bobot kulit kokon yang berasal dari telur jenis hibrid.

Bobot kulit kokon berhubungan dengan kandungan sutra yang dapat dimanfaatkan. Semakin besar bobot kulit kokon, maka semakin besar kandungan benang sutra. Kumar *et al.* (2011) mengemukakan bahwa bobot kulit kokon ditentukan oleh galur, jenis kelamin ulat yang dipelihara, kondisi pemeliharaan, dan pengokonan. Kedua tipe penyimpanan, yaitu B2 (10 hari 25°C + 60

hari 5°C) dan B3 (20 hari 25°C + 50 hari 5°C), menghasilkan bobot kulit kokon yang tinggi, sehingga untuk memaksimalkan hasil bobot kokon, jenis hibrid dapat disimpan pada ke dua tipe penyimpanan tersebut.

Berbeda dengan bobot kokon dan bobot kulit kokon yang menunjukkan adanya pengaruh perlakuan, data rasio kulit kokon secara statistik tidak memperlihatkan adanya perbedaan antar perlakuan, baik dari masing-masing faktor maupun interaksinya. Hal ini dimungkinkan karena pasca penetasan ulat dipelihara dalam kondisi pemeliharaan yang sama, sehingga faktor genetik dari masing-masing galur ulat tampaknya lebih dominan menentukan kualitas kokon yang dihasilkan daripada perlakuan penyimpanan. Secara umum, ulat sutra galur hibrid menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan galur murni. Galur hibrid menghasilkan kualitas kokon yang sama pada keempat teknik penyimpanan, namun penyimpanan cara B2 (10 hari 25°C + 60 hari 5°C) cenderung menghasilkan kualitas kokon yang lebih baik dibandingkan dengan cara penyimpanan yang lain. Sedangkan galur murni menghasilkan kualitas kokon yang tinggi pada penyimpanan selama 1 hari pada 25°C dan dilanjutkan selama 69 hari pada suhu 5°C.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Galur ulat hibrid dapat diterapkan pada keempat teknik penyimpanan sedangkan galur murni akan menyamai produktivitas hibrid apabila disimpan pada kondisi 1 hari pada suhu 25°C dan dilanjutkan pada suhu 5°C selama 69 hari.
2. Penyimpanan pada suhu 25°C selama 10 hari dan dilanjutkan pada suhu 5°C selama 60 hari akan menghasilkan kualitas telur dan kualitas kokon yang lebih bagus.

## B. Saran

1. Telur ulat sutra dari galur murni yang akan digunakan saat berumur 70 hari sebaiknya menggunakan teknik penyimpanan pada temperatur 25° C selama 1 hari dilanjutkan penyimpanan dingin (5°C) selama 69 hari dan untuk menetaskannya diberi perlakuan asam dengan berat jenis 1,094 pada temperatur 48°C selama 7 menit.
2. Untuk efisiensi biaya dan menghasilkan kualitas kokon yang tinggi, telur galur hibrid yang akan digunakan saat berumur 70 hari sebaiknya menggunakan teknik penyimpanan pada temperatur 25°C selama 10 hari dilanjutkan penyimpanan dingin (5°C) selama 60 hari, kemudian diberi perlakuan asam dengan berat jenis 1,094 pada temperatur 48°C selama 7 menit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai melalui dana APBN dari DIPA Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H). Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Tri Rahmawati dan Teknisi di Laboratorium Sutra Alam (Hermansari, Oting dan Ridwan) yang telah membantu dalam penelitian ini. Terimakasih juga kami tujukan untuk Dr. Kaomini yang telah memberikan masukan dalam penulisan naskah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmegeed, S.M. (2016). Artificial hatching of monovoltine silkworm *Bombyx mori* L. Eggs by using hydr°CChloric acid. *J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ.*, 7(4), 237-240.
- Anton, N., Mărghitaș, A., & Dezmirean, D. (2015). Diapause storage temperature influence on silkworm larva hatching rate. *Ecotoxicologie, Zootehnie Și Tehnologii de Industrie*

*Alimntarǎ, XIV(B)*, 341–348.

- Andadari, L. & Sunarti. 2015. Kualitas kokon hasil silangan antara ulat sutra (*Bombyx mori* L.) Ras Cina dan Ras Jepang. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Vol. 9. No.1 Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Andadari, L., Pudjiono. S., Suwandi, & Rahmawati, T. (2013). *Budidaya murbei dan ulat sutra*. FORDA PRESS. ISBN: 978-602-14274-6-0.
- Banno, Y., Nagasaki, K., Tsukada, M., Minohara, Y., Banno, J., Nishikawa, K., ... Fujii, T. (2013). Development of a method for long-term preservation of *Bombyx mori* silkworm strains using frozen ovaries. *CRYOBIOLOGY*, xxx, 3–7. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2013.03.004>
- Chen, Y.Y. (2000). Practical techniques of acid-treatment to diapause eggs after refrigeration. *Sericologia*, 40(4), 563-569.
- Hemmatbadi, R.N., Seidavi, A., & Gharahveysi, S. (2016). A review on correlation, heritability and selection in silkworm breeding. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 9-23. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.987289>
- Iizuka, T., Mase, K., Okada, E., & Yamamoto, T. (2008). Development a long-term storage method for diapause eggs in some hybrid races of *Bombyx mori*. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 77, 67-70.
- Jingade, A.H., Babu, G.K.S., Lekha, G., Nair, C.V, Rao, A.A., & Manjula, A. (2013). Silkworm (*Bombyx mori*) Cryopreservation: Embryonic Development as Revealed By ... *CryoLetters*, 34(1), 90–99. Retrieved from <https://www>.

- researchgate.net/publication/235681236
- Kumar, R.S., & Ponnuvel, K.M. (2007). Egg Diapause Induction in Multivoltine Silkworm *Bombyx mori* for Long-term Germplasm Preservation. *Int. J. Indust. Entomol.*, 15(1), 1-7.
- Kumaresan, L., Thangavelu, K., & Sinha, R.K. (2004). Studies on long-term preservation of eggs of Indian tropical multivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) genetic resources. *Int. J. Indust. Entomol.*, 9(1), 79-87.
- Kumar, S.N., Singh, H., Saha, A.K. & Bindroo, B.B. (2011). Development of bivoltine double hybrid of the silkworm, *Bombyx Mori* L. tolerant to high temperature and high humidity conditions of the tropics. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. eISSN 2249 0256, 1(4), 423-434.
- Muthulakshmi, M., & Kamble, C.K. (2015). Research article effect of long term egg preservation on morphological, reproductive and molecular characters of silkworm (*Bombyx mori* L.) mutant genetic stocks. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(4), 3300-3305.
- Nursita, I.W. (2012). Perbandingan produktivitas ulat sutra dari dua tempat pembibitan yang berbeda pada kondisi lingkungan pemeliharaan panas. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan* 21(3), 11-17.
- Rahma, F., Moerfiah., & Andadari, L. (2017). Pertumbuhan dan kualitas kokon ulat sutra (*Bombyx mori*) dengan pemberian pakan daun murbei (*Morus cathayana*) dan daun murbei hibrid sulih-01. *Jurnal Unpak*, 3(3). [jom.unpak.ac.id/index.php/biologi/article/view/947](http://jom.unpak.ac.id/index.php/biologi/article/view/947)
- Rahmathulla, V.K. (2012). Management of climatic factors for successful silkworm (*Bombyx mori* L.) crop and higher silk production: A review. *Psyche*, 2012(Article ID 121234), 1-12. <https://doi.org/10.1155/2012/121234>
- Rajanna, K.L., Raju, P.J., Prabhakar, C.J., & Kamble, C.K. (2008). Preservation of Acid Treated Bivoltine Eggs in Silkworm *Bombyx mori* L. *Int. J. Indust. Entomol.*, 17(2), 165-168.
- Rajanna, K.L., Reddy, G.V, Harlapur, V.K., & Basavaraja, H.K. (2011). Development of new cold storage preservation technology for cross breed (PM X CSR2) eggs of silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, 51(1), 77-85.
- Sarkar, B.N., Sarmah, M.C., Dutta, P., & Dutta, K. (2012). Embryo isolation and egg preservation technology of eri silkworm *Samia ricini* (Donovan) (Lepidoptera: Saturniidae). *Munis Entomolgy & Zoology*, 7(2), 792-797.
- Shukla, S., Prasad, S., & Upadhyay, V.B. (2014). Biotechnological importance of  $^{\circ}\text{C}^{\circ}\text{Cool}$  refrigeration on the pupal performance of multivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.). *Pinnacle Biotechnology*, 1(1), 4-9.
- Singh, R., Nirupama, R., & Gangopadhyay, D. (2010). Effect of refrigeration of non-diapause eggs of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, 50(1), 129-132.
- Singh, R., Reddy, G.V., Rajanna, K.L., Vijayakumari, K.M., Angadi, B.S., & Sivaprasad, V. (2014). Development of different egg preservation schedules for "Barbat", an univoltine race of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *Munis Entomolgy & Zoology*, 9(1), 521-524.
- Singh, R., Reddy, G.V, Kumari, K.M.V,

- Angadi, B.S., & Sivaprasad, V. (2015). Evaluation of egg preservation schedules for bivoltine breeds of the silkworm mulberry, *Bombyx mori* L. *Munis Entomolgy & Zoology*, 10(1), 241-245.
- Singh, T., & Saratchandra, B. (2004). *Principles and Techniques of Silworm Seed Production*. New Delhi: Discovery Publishing House.
- Singh, T., Singh, P.K., & Sahaf, K.A. (2013). Egg Diapause and Metabolic Modulations during Embryonic Development in the Silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae ). *Annals of Biological Research*, 4(1), 12-21.
- Sall, J., Creighton, L., & Lehman, A. (2005). JMP start statistic 2nd. A Guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software.
- Yamamoto, T., Mase, K., & Sawada, H. (2013). Diapause Prevention Effect of *Bombyx mori* by Dimethyl Sulfoxide. *PLoS ONE*, 8(5), e64124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064124>.



## MODEL TAPER BAMBU BETUNG

*(The Taper Model of Dendrocalamus asper Backer ex Heyne)*

**Lutfy Abdulah dan/and Sutyono**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

E-mail: [lutfyabdulah@yahoo.co.id](mailto:lutfyabdulah@yahoo.co.id); [sutyonomangunredjo@gmail.com](mailto:sutyonomangunredjo@gmail.com)

Tanggal diterima: 2 Agustus 2017; Tanggal direvisi: 22 Mei 2019; Tanggal disetujui: 3 Juni 2019

### ABSTRACT

*Informations on the individual growth of bamboo stems such as dimensions of node length, node diameter, and wall-node thick are needed to increase bamboo processed yield. This study aimed to provide a model of growth estimation of individual growth of bamboo stems. Destruction method was used, and resulting data was sorted sorted by time. The correlation between age and dimensions was analyzed with cross-section technique. The results showed that there were a correlation among age with node diameter and node length, but no correlation with wall-node thick. Parameters of node length, total length of bamboo, and base node diameter significantly influenced the estimated diameter of each node. Node's sequence number, node lengths, and base node diameter can be used to compile estimation model of the bamboo wall thickness. The uniqueness of bamboo model is the importance of node sequence.. This model can be used for sustainable development use of Dendrocalamus asper.*

**Keywords:** *Dendrocalamus asper, growth model, taper model*

### ABSTRAK

Informasi pertumbuhan individu batang bambu seperti dimensi panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding ruas bambu sangat diperlukan untuk tujuan peningkatan rendemen olahan bambu. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan model perangkat penduga pertumbuhan sehingga memudahkan dalam menduga pertumbuhan individu batang bambu. Metode yang digunakan adalah metode destruksi. Data yang dihasilkan diurutkan berdasarkan waktu dan selanjutnya dilakukan analisis dengan teknik *cross-section* sehingga dapat dibangun hubungan antara umur dengan dimensi bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara umur dengan parameter diameter ruas dan panjang ruas, namun tidak dengan tebal dinding batang bambu. Parameter panjang ruas, panjang total bambu, dan diameter pada pangkal bambu berpengaruh nyata dalam menduga diameter setiap ruas. Sementara parameter nomor urut ruas, panjang ruas dan diameter pangkal dapat digunakan untuk menyusun model penduga ketebalan dinding ruas bambu. Keunikan dari model bambu ini adalah adanya parameter urutan ruas yang perlu dipertimbangkan. Model yang didapat dapat digunakan untuk penyusunan rencana pemanfaatan bambu petung secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** *Bambu betung, model, pertumbuhan, taper*

## I. PENDAHULUAN

Bambu merupakan jenis tanaman rerumputan dengan tingkat keragaman mencapai 1.200 jenis di seluruh dunia serta memberikan ciri yang berbeda di setiap lokasi (Sharma, Gatoo, Bock, & Ramage, 2015). Bambu dapat tumbuh cepat, pertumbuhannya dipengaruhi faktor dominan curah hujan, suhu, dan kepadatan rumpun (Yuen, Fung, & Ziegler, 2017). Pertumbuhan bambu 25 kali lebih cepat

dari jenis cepat tumbuh tanaman hutan sehingga siklus tebangnya pada umur 3-5 tahun (Muchiri & Muga, 2013).

Bentuk batang bambu adalah *isotropic*, dimana terdapat variasi serat baik secara longitudinal, transversal, dan radial (Sharma *et al.*, 2015). Bambu betung (*Dendrocalamus asper* Backer ex Heyne) memiliki diameter antara 12-15 cm dan bahkan sampai 20 cm dengan tebal dinding bambu mencapai 2 cm dan

panjang ruas mencapai 60 cm (Salam, & Pongen, 2008). Bambu betung memiliki ruas yang agak besar (bengkak) dengan panjang ruas pangkal lebih pendek dan panjang ruas di bagian ujung lebih panjang (Salam, & Pongen, 2008). Kondisi ini menjadikan upaya pemanfaatan bambu betung untuk tujuan konstruksi terus dikembangkan. Sebagai contoh pembuatan lamina dari bambu betung (*D. asper*) dengan ketebalan 5 mm, lebar 20 mm dan panjang 3 m yang dilakukan oleh (Karyadi, Dewi, & Soehardjono, 2014). Hal ini disebabkan kekuatan tarik bambu lebih besar dua kali dibandingkan kayu dan kekuatan tekan lebih baik 10% dibanding kayu (Mujiman, Priyosulistyo, Sulistyo, & Prayitno, 2014). Pada tingkat rebung, bambu betung kaya akan nutrisi penting seperti asam amino, protein, karbohidrat, dan karbon masing-masing sebanyak 3,12; 3,52; 4,90; dan 3,20 g dalam 100 g berat basah (Chongtham, Bisht, & Haorongbam, 2011).

Informasi ukuran dimensi batang bambu mengenai diameter ruas, panjang ruas, dan tebal dinding ruas sangat diperlukan terutama untuk keperluan konstruksi. Karakteristik fisik bambu beragam menurut jenis dan ukuran diameter (Sá Ribeiro, Sá Ribeiro, & Miranda, 2017).

Informasi ukuran panjang, diameter, dan tebal dinding ruas bambu khususnya bambu betung masih terbatas. Oleh karena itu, pendekatan taper dibangun untuk memudahkan dalam identifikasi ukuran dimensi. Salah satu dimensi yang mudah diukur adalah umur dan diameter. Pendekatan taper terutama pada pohon dibangun dengan melihat hubungan diameter (dbh) dan tinggi terhadap biomassa (Chan, Takeda, Suzuki, & Yamamoto, 2013). Bentuk dimensi batang seperti bambu belum banyak dilakukan. Pendekatan model akan membantu inventarisasi bambu dan menentukan jumlah bambu yang dikeluarkan dan hasil yang akan diperoleh, serta tindakan

pengaturan hasil. Pengaturan hasil yang tepat, maka kesuburan tanah dapat dijaga. Selain itu, bambu betung memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dibandingkan bambu yang lain sehingga berpotensi sebagai media tumbuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi pertumbuhan bambu betung berdasarkan umur yang terdiri atas panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding ruas yang dinyatakan dalam model taper.

## II. METODOLOGI

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengumpulan data dilakukan di Hutan Penelitian Arcamanik yang terletak di Kabupaten Bandung dan kampus Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Bogor. Penelitian dilakukan pada Bulan Februari sampai Maret 2016. Hutan Penelitian (HP) Arcamanik terletak di Desa Arcamanik, Kecamatan Ujungberung, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Berada ketinggian tempat  $\pm$  1.600 m dari permukaan laut (dpl), curah hujan rata-rata 2.556 mm/tahun dan tipe iklim B menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson. Jenis tanah adalah asosiasi andosol coklat dan regosol coklat yang berasal dari bahan induk abu/pasir tufvolkan intermediet dan bertopografi volkan (Sutiyono & Wardani, 2011).

### B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara destruktif yakni menebang batang bambu dengan mempertimbangkan umur pada tiga rumpun berbeda. Pemilihan batang dilakukan secara *purposive* (sengaja) dengan pertimbangan umur dan arah rebah. Bambu betung yang digunakan berumur 3, 4, 5, 6 dan 7 tahun dengan masing-masing diambil tiga batang bambu pada dua rumpun bambu dan satu batang bambu dari rumpun ketiga, sehingga total jumlah contoh ada

45 batang. Batang yang dipilih diberi label umur dan nomor urut batang dan nomor urut rumpun. Penebangan dilakukan pada ruas pangkal menggunakan gergaji tangan atau golok. Setelah bambu ditebang, maka selanjutnya dilakukan pembersihan terhadap serasah daun dan ranting. Setiap ruas diberi label nomor ruas. Setelah itu, dilakukan pembagian batang dengan pertimbangan nomor ruas. Untuk sortimen 1 diambil dari nomor ruas 1-11, sortimen 2 dari ruas nomor 12-22, sortimen 3 diambil dari ruas 23-33 dan sortimen 4 diambil dari nomor ruas 34-43 serta selebihnya merupakan sortimen 5.

Setelah dilakukan pembagian sortimen dilakukan pengukuran panjang sortimen dengan menggunakan meteran dan mengukur diameter ruas dengan pita diameter. Batang bambu dibelah atas dua bagian untuk diukur tebal dinding ruas menggunakan caliper. Data hasil pengukuran kemudian disusun berdasarkan umur. Pengurutan sortimen ini menggunakan pendekatan *cross-section*. Yang dimaksud dengan *cross-section* adalah diasumsikan umur tersebut mewakili satu batang bambu. *Data cross-section* merupakan data berurutan waktu yang tidak diamati pada obyek yang sama. Penggunaan data ini dikarenakan pengamatan tidak dilakukan sepanjang periode penelitian, melainkan menggunakan batang bambu yang berbeda umur.

**C. Analisis Data**

**1. Korelasi antara umur terhadap dimensi panjang ruas, diameter ruas dan tebal ruas bambu betung**

Analisis dilakukan dengan memasukkan variabel umur, diameter ruas, panjang ruas, dan tebal dinding batang ruang sebagai variabel X (variabel bebas) dan variabel panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding batang ruang sebagai Y (variabel tidak bebas). Analisis korelasi menggunakan uji Persson (Qudratullah, 2013).

$$\hat{\rho} = r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots 1)$$

**2. Model taper bambu betung**

Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan *simultaneous-equation* untuk menduga diameter ruas. Untuk tebal dinding merupakan fungsi dari diameter ruas. Dengan demikian, pendekatan dalam membangun model tebal dinding ruas bambu yakni *multi-equation recursive*. Pemilihan model terbaik berdasarkan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) dan simpangan baku. Data yang digunakan untuk penyusunan model sebanyak 23 batang sampel. Selanjutnya data dianalisis dengan bantuan program Ms. Excel, Minitab, dan Curve Expert.

**3. Uji validitas model dengan uji statistik Chi-square**

Untuk melakukan pengujian model, disiapkan 11 batang sampel yang berbeda dari data pembangunan model. Validasi dilakukan dengan menggunakan uji Chi-square dengan rumus:

$$\chi_{hitung} = \sum_{i=1}^{i=n-1} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots 2)$$

Dimana:

O<sub>i</sub> = Data hasil pengukuran lapangan (*Field measurement data*)

E<sub>i</sub> = Data model (*Model data*)

Hipotesa:

H<sub>0</sub> :  $\chi_{hitung} \leq \chi_{Tabel}$ , tidak ada perbedaan data model dengan data lapangan (*there is no difference in model data with field data*)

H<sub>1</sub> :  $\chi_{hitung} \geq \chi_{Tabel}$ , terdapat perbedaan data model dengan data lapangan (*there is no difference in model data with field data*)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 1. Korelasi antara umur terhadap dimensi panjang ruas, diameter ruas, dan tebal ruas bambu petung

Umur bambu memiliki korelasi yang nyata dengan panjang dan diameter ruas bambu, meski ukuran korelasi sangat rendah. Sementara variabel panjang memiliki korelasi yang erat dengan diameter ruas bambu. Sebaliknya diameter ruas bambu memiliki korelasi dengan panjang, namun koefisien korelasinya sangat rendah. Uji korelasi antara umur dengan panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa jumlah contoh yang dibuat korelasinya sebanyak 1420 individu. Korelasi nyata terlihat antara umur dengan panjang dan diameter ruas bambu, namun korelasi antara umur dengan tebal dinding batang bambu tidak nyata. Meski hubungan korelasi antara umur dan panjang dan diameter ruas nyata namun koefisien korelasi sangat kecil. Hal ini disebabkan

oleh jangkauan data maksimum ke minimum sangat lebar terhadap nilai tengah. Hal ini dapat dilihat pada diagram boxplot (Gambar 1).

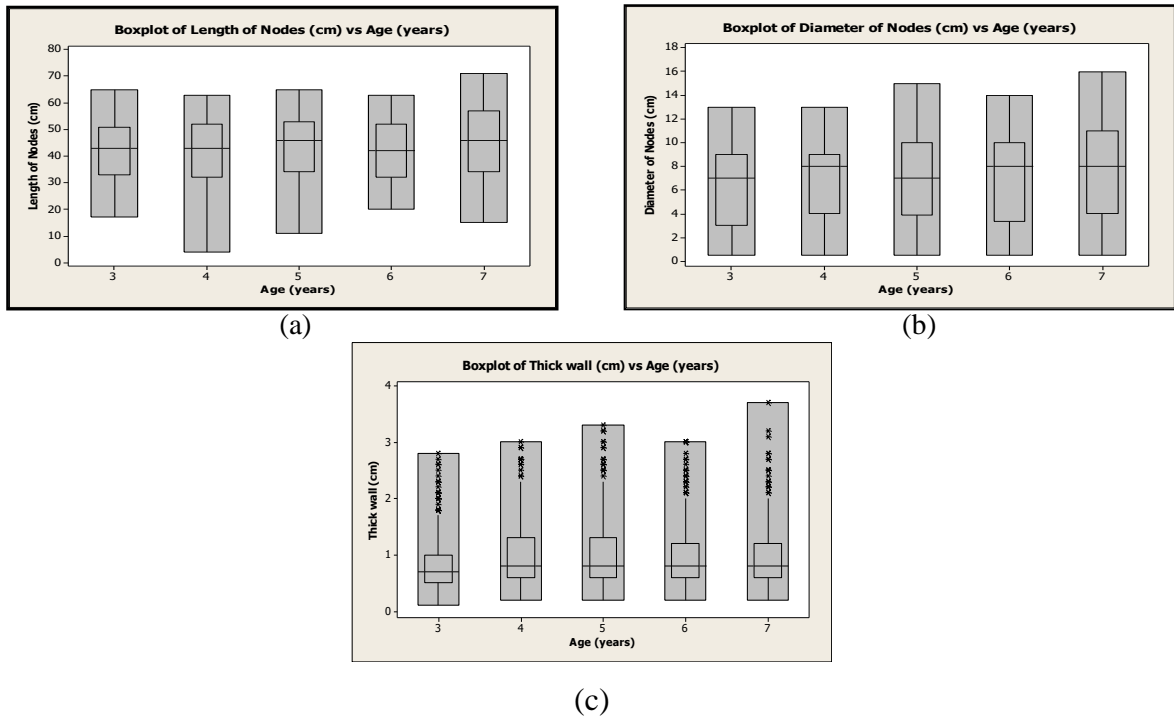
Rata-rata panjang, diameter, dan tebal dinding ruas berada pada satu garis yang sejajar, meski pada umur yang berbeda. Pergeseran nilai rata-rata ketika bertambahnya umur dari 3 tahun ke-7 tahun sangat sempit dengan variasi data yang lebar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa terdapat jarak dari nilai rata-rata ke batas luar kotak. Hal ini mengindikasikan variasi data terhadap nilai rata-rata yang tidak normal.

Adapun uji normalitas terhadap variabel panjang, diameter, dan tebal dinding ruas disajikan pada Gambar 2. Hasil uji menunjukkan bahwa *p-value* lebih kecil dari  $\alpha = 5\%$ . Hal ini mengindikasikan bahwa panjang, diameter, dan tebal dinding ruas bambu tidak berdistribusi normal. Kondisi ini menunjukkan bahwa bentuk model penduga berbentuk regresi berganda dan bukan regresi sederhana (Qudratullah, 2013).

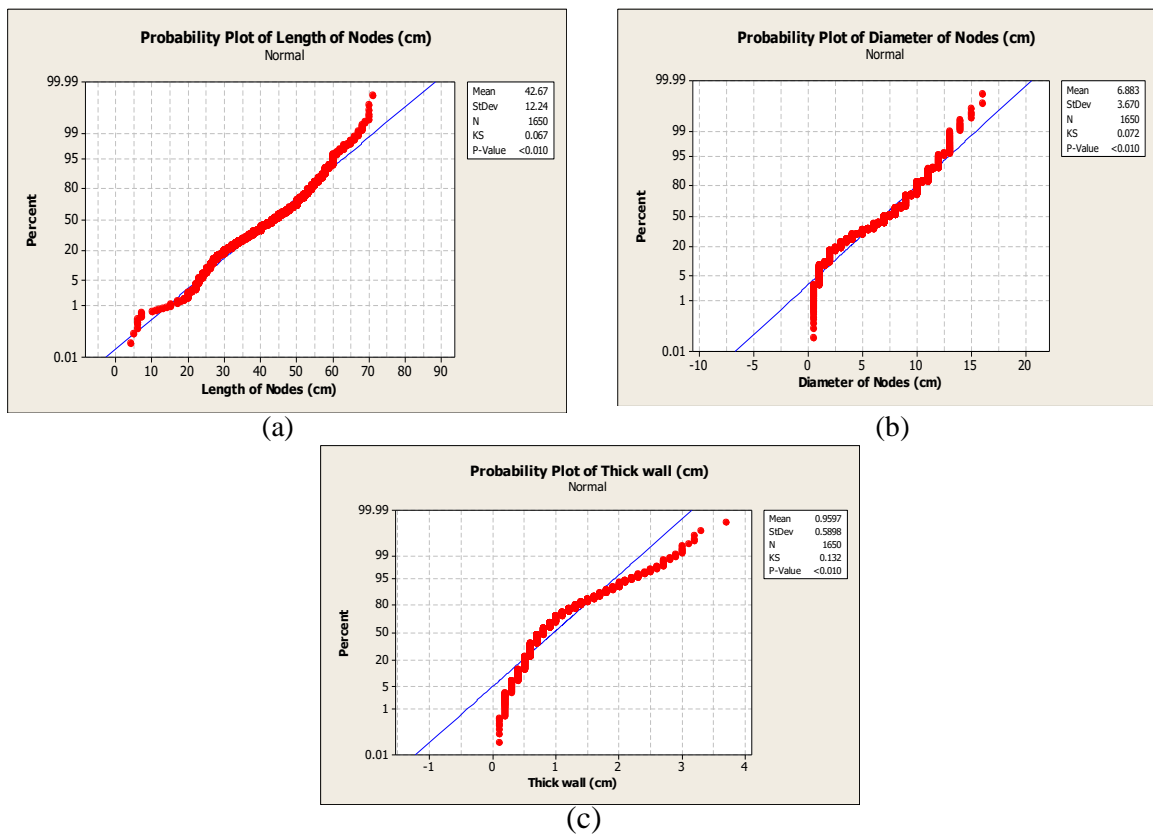
Tabel (Table) 1. Uji korelasi umur terhadap panjang ruas, diameter ruas dan tebal dinding ruas (*The correlation test of age to node length, node diameter and wall-node thick*)

		Umur (Age)	Panjang (Length)	Diameter (Diameter)	Tebal (wall-node thick)
Umur (Age)	Pearson Correlation	1	0,080**	0,096**	0,023
	Sig. (2-tailed)		0,003	0,000	0,393
	N	1420	1420	1419	1420
Panjang (Length)	Pearson Correlation	0,080**	1	0,589**	0,095**
	Sig. (2-tailed)	0,003		0,000	0,000
	N	1420	1420	1419	1420
Diameter (Diameter)	Pearson Correlation	,096**	,589**	1	,779**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000
	N	1419	1419	1419	1419
Tebal (wall- node thick)	Pearson Correlation	0,023	0,095**	0,779**	1
	Sig. (2-tailed)	,393	,000	,000	
	N	1420	1420	1419	1420

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Gambar (Figure) 1. Diagram boxplot panjang ruas (a), panjang ruas (b) diameter ruas, (c) tebal dinding ruas (*The boxplot diagram of node length, node diameter and wall-node thick*)



Gambar (Figure) 2. Uji normalitas terhadap variable panjang (a), diameter (b) dan tebal dinding ruas (c). (*The normality test of node length, node diameter and wall-node thick*)

## 2. Model taper bambu betung

Pada umumnya, model taper digunakan untuk menduga hasil seluruh batang atau bagian dari batang. Terdapat tiga kombinasi dalam membangun model taper yakni: (1) model persamaan tunggal, dimana setiap diameter yang diduga dengan suatu persamaan dan tidak dapat diduga dengan persamaan yang lain; (2) model *multi-equation recursive*, yakni suatu model yang digunakan untuk menduga diameter dan hasilnya kemudian disubstitusikan ke model yang lain; (3) *Simultaneous-equation model*, yakni suatu diameter yang diduga dengan sebuah persamaan yang dibangun dari semua diameter yang terdapat dalam suatu batang.

Berdasarkan klasifikasi di atas, maka penelitian ini menggunakan pendekatan *simultaneous-equation model*, dimana model penduga diameter ruas diduga dari diameter pada ruas ke-4, panjang ruas dan tinggi total bambu. Adapun model terbaik yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$d_{(h,i)} = -6,9274 - 11,9060 (h/H)^2 + 7,5307 \ln(D_4) \dots\dots\dots 3)$$

Keterangan:

- $d_{h,i}$  = Diameter ruas ke-i (*Diameter of segment to-i*) (cm)
- h = Panjang ruas (*Section length*) (m)
- H = Panjang total (*Total length*) (m)
- $D_4$  = Diameter ruas ke-4 (*Diameter of 4<sup>th</sup> segment*)

Berdasarkan model di atas, dapat diketahui bahwa diameter ruas merupakan fungsi rasio antara panjang ruas dengan panjang total dan diameter pada ruas ke-4. Diameter ruas ke-4 menjadi variabel model dengan pertimbangan bahwa berdasarkan pengamatan lapangan dan hasil diskusi menunjukkan petani biasanya menebang batang bambu pada ruas ke-4 atau dapat dikatakan ruas ke-1 sampai dengan ruas ke-4 menjadi tunggak. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 92% dan standar deviasi sebesar 0,81 cm.

## 3. Model taper tebal dinding bambu betung

Tebal dinding ruas bambu tidak memiliki hubungan dengan umur bambu. Ukuran tebal dinding antara 0,1 cm sampai dengan 3,7 cm, dengan pola ukuran tebal dinding mengikuti ukuran diameter ruas.

Tabel (Table) 2. Analisis ragam penduga diameter ruas (*Analisis variance of node diameter model*)

Predictor	Coefissien	Standard Error	P value
Constant	-6,9274	0,3451	0,0000
(h/H) <sup>2</sup>	-11,9060	0,1294	0,0000
Ln(d <sub>4</sub> )	7,5307	0,1472	0,0000
S = 0,80981	R <sup>2</sup> = 91,9%	R <sup>2</sup> <sub>(adj)</sub> = 91,9%	

Tabel (Table) 3. Analisis ragam tebal dinding (*Analysis variance of wall thick*)

Predictor	Coefissien	Standard Error	P-value
Constant	0,32447	0,09985	0,001
Ni	-0,00766	0,00099	0,000
Ln(h)	-0,36565	0,01290	0,000
Ln(D <sub>4</sub> )	0,66122	0,04284	0,000
S = 0,2567	R <sup>2</sup> = 80,1%	R <sup>2</sup> <sub>(adj)</sub> = 80,0%	

**4. Validasi model taper**

**a. Hasil validasi model penduga diameter batang bambu betung**

Validasi model merupakan perbandingan antara data model dengan data lapangan, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesamaan antara data hasil model dengan data lain yang diambil di lapangan. Adapun hasil uji validasi disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil uji di atas terlihat bahwa Chi-hitung sebesar -10,64, sementara Chi-tabel sebesar 628,75. Dengan demikian bahwa tidak cukup bukti untuk menolak  $H_0$  atau dapat dikatakan tidak ada perbedaan antara data pengukuran diameter ruas dengan model diameter ruas bambu. Hal ini berarti bahwa model penduga diameter ruas bambu betung valid.

**b. Hasil validitas model penduga tebal dinding ruas**

Validasi model merupakan perbandingan antara data model dengan data

lapangan, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesamaan antara data hasil model dengan data lain yang diambil di lapangan. Adapun hasil uji validasi disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil uji di atas terlihat bahwa Chi-hitung sebesar 28,92, sementara Chi-tabel sebesar 628,75. Dengan demikian bahwa tidak cukup bukti untuk menolak  $H_0$  atau dapat dikatakan tidak ada perbedaan antara data pengukuran tebal dinding ruas dengan model penduga tebal dinding ruas bambu. Hal ini berarti bahwa model penduga tebal dinding ruas bambu betung valid.

**B. Pembahasan**

Bambu tumbuh sekali dalam satu tahun, dan di tahun berikutnya tidak terjadi pertumbuhan pada batang yang sama (Tran, 2010). Tunas tepi rimpang akan berdiferensiasi menjadi tunas-tunas yang kemudian akan berkembang menjadi batang baru. Pemahaman ini mendorong bahwa terdapat keunikan model penduga pertumbuhan bambu.

Tabel (Table) 4. Uji Validasi model penduga diameter ruas dengan uji Chi-square (*The validity test of node diameter model with paired Chi-square statistic*)

<i>Data</i>	<i>Jumlah sampel (Number of sample)</i>	<i>Mean</i>	<i>StDev</i>	<i>SE Mean</i>
Lapangan ( <i>Filed</i> )	572	6,74	3,78	0,16
Model	572	7,03	3,69	0,15

Keterangan (*Remarks*): Difference =  $\mu$  (lapangan/*field*) -  $\mu$  (model); Chi-hitung = -10,64 Chi-table = 628,75 DF = 572

Tabel (Table) 5. Uji validasi model tebal dinding dengan uji Chi-square (*The validity test of wall thick with paired Chi-square statistic*)

<i>Data</i>	<i>Jumlah sampel (Number of sample)</i>	<i>Mean</i>	<i>StDev</i>	<i>SE Mean</i>
Lapangan ( <i>Filed</i> )	572	6,74	3,78	0,16
Model	572	7,03	3,69	0,15

Keterangan (*Remarks*): Difference =  $\mu$  (Tebal\_lapangan/*field*) -  $\mu$  (Tebal\_model); Chi-value = 28,92 Chi-table = 628,75 DF = 572

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang ruas bambu akan

mencapai selang terpanjang di tengah batang bambu pada ruas ke-11 sampai

dengan 30. Sementara diameter ruas terbesar berada di pangkal batang bambu dan semakin ke ujung akan semakin kecil. Hal yang sama terjadi pada tebal dinding bambu. Hal ini mengindikasikan bahwa diameter berkorelasi dengan tebal dinding ruas bambu, dan hal ini teruji secara statistik.

Uji korelasi di atas menunjukkan bahwa hubungan antara umur dengan panjang dan diameter ruas bambu nyata dengan koefisien korelasi yang sangat rendah. Hal ini bisa terjadi karena jenis data yang digunakan *cross-section*. *Data cross-section* merupakan data berurutan waktu yang tidak diamati pada obyek yang sama. Penggunaan data ini dikarenakan pengamatan tidak dilakukan sepanjang periode penelitian, melainkan menggunakan batang bambu yang berbeda umur. Korelasi Pearson merupakan sebuah angka koefisien yang dipengaruhi oleh nilai-nilai ekstrim, diduga berada di atas atau dibawah nilai rata-rata. Untuk itu tidak tepat jika salah satu atau kedua variabel yang dibandingkan tidak terdistribusi secara normal (Mukaka, 2012).

Hasil uji korelasi antara umur dengan tebal dinding menyatakan tidak ada hubungan linier. Biasanya tebal dinding ruas dipengaruhi oleh tingkat kesuburan lahan (Nath, Das, Chandra, & Sinha, 2009). Jenis tanah di lokasi penelitian adalah andosol. Jenis tanah ini terkenal subur karena berasal dari erupsi gunung berapi (Sukarman & Dariah, 2014). Kesuburan bambu membantu pertumbuhan rhizoma sebagai bakal batang bambu. Pengaturan hasil berupa menjaga kerapatan rumpun bambu dengan memanfaatkan rebung sebagai bahan makanan akan membantu pertumbuhan diameter bambu yang baik. Selain itu, kandungan bahan organik rebung dan bahan organik dalam tanah di bawah tegakan bambu betung sangat tinggi sehingga menjamin tersedianya unsur hara bagi pertumbuhan biomassa batang

bambu tersebut (Akinlabi, Anane-Fenin, & Akwada, 2017).

Perilaku pertumbuhan biomassa yang demikian digambarkan dengan bentuk persamaan eksponensial (Yuen *et al.*, 2017). Pertumbuhan diameter batang akan memberikan pertumbuhan membelok ke arah positif berbentuk eksponensial. Bentuk persamaan non-linier sebagaimana dihasilkan dalam penelitian ini serupa dengan bentuk pendugaan pertumbuhan biomassa terutama bambu. Persamaan non linier dapat menggambarkan perilaku pertumbuhan karena umur meski diketahui, tetapi bambu hanya tumbuh dalam satu musim penghujan. Perilaku iklim berasosiasi dengan pertumbuhan tinggi, tingkat kesuburan, dan kepadatan rumpun.

Pengaturan hasil pertumbuhan bambu betung sangat membutuhkan informasi pengaruh umur terhadap hasil pemanenan. Bambu tumbuh cepat, dapat mencapai 30 m dalam 1 tahun (Sharma, Gato, Bock, Mulligan, & Ramage., 2014) dan setelah itu akan mencapai struktur struktur optimal sampai umur 3–5 tahun (Sharma *et al.*, 2014). Terdapat pengaruh nyata linier umur terhadap parameter panjang dan diameter, namun keeratan hubungannya sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh sebaran nilai sisaan panjang ruas, diameter ruas, dan tebal dinding ruas ( $X_i$ ) pada suatu umur terhadap nilai rata-rata masing-masing umur masih sangat lebar. Sebagaimana dijelaskan oleh Qudratullah (2013) bahwa korelasi Pearson (*product moment pearson*) merupakan analisis keeratan hubungan linier (garis lurus) antara dua peubah yang umumnya digunakan pada analisis *statistic parametric* dan merupakan rasio antara kovarian variabel X dan Y terhadap akar kuadrat dari variabel X dikalikan akar kuadrat dari variabel Y. Di lain pihak, menegaskan bahwa pertumbuhan biomassa bambu sangat beragam menurut jenis dan lokasi

(Ly, Pillot, Lamballe, & de Neergaard, 2012). Yuen *et al.* (2017) justru melihat bahwa keragaman dapat terjadi karena belum adanya standar terkait pendugaan karbon dan pertumbuhan bambu.

Model penduga diameter ruas merupakan fungsi dari diameter ruas terpilih (ruas ke-4) dengan rasio panjang ruas terhadap panjang total. Bentuk fungsi dalam logaritma natural. Penggunaan logaritma natural dari kedua variabel ini menunjukkan bahwa bila diameter ruas ke-4 besar, maka kemungkinan diameter ruas akan besar, sampai dengan rasio antar panjang ruas dan panjang total batang yang besar. Semakin besar rasio panjang ruas terhadap panjang total, maka ukuran diameter ruas akan semakin kecil. Panjang bambu di lokasi penelitian mencapai 19–25 m, dengan diameter pangkal antara 9–14 cm. Karakteristik bambu betung ini lebih besar dibandingkan bambu betung di India (Garima, Bhardwaj, & Devi, 2017). Panjang bambu betung di India hanya mencapai 6,35 m dan diameter 3,3 cm.

Hasil penelitian ini sangat bermanfaat untuk menentukan hasil panen bambu dan tindakan pengelolaan berkelanjutan. Variasi produk bambu akan meningkatkan nilai ekonomi bambu tersebut. Untuk tujuan konstruksi berupa lamina, ukuran komersil yang digunakan adalah 244 cm x 122 cm x 1,9 cm (Sharma *et al.*, 2015). Pada ukuran komersil seperti ini, maka semakin besar ukuran diameter dan angka bentuk silinder batang bambu akan meningkatkan rendemen bambu. Semakin silinder batang bambu dan semakin panjang ukuran ruas serta diikuti dengan ukuran diameter serta tebal dinding yang besar, maka rendemen batang bambu betung untuk lamina akan semakin baik. Hasil penelitian Awalluddin, Ariffin, Osman, Hussin, Ismail, Lee, Shukor, & Lim (2017) menyatakan bahwa terdapat perbedaan karakteristik mekanis pada bambu berdasarkan letaknya. Rata-rata kekuatan

bambu di bagian ujung lebih baik dibandingkan di pangkal yakni 68,05 N/mm<sup>2</sup> dan 60,23 N/mm<sup>2</sup>. Sebaliknya, kandungan uap air lebih besar dipangkal dibandingkan di ujung (18,44% dan 15,85%).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang nyata antara umur dengan parameter diameter ruas, tebal dinding, dan panjang ruas. Namun, terdapat hubungan antara panjang total dan panjang ruas terhadap diameter ruas. Bentuk model taper diameter ruas adalah  $d_{h,i} = -6,9274 - 11,9060 (h/H)^2 + 7,5307 \ln(D_4)$ ;  $d_{h,i} = -6,9274 - 11,9060 (h/H)^2 + 7,5307 \ln(D_4)$ . Bentuk hubungan nyata lainnya adalah antara tebal dinding bambu setiap ruas terhadap nomor urut ruas, diameter ruas, dan panjang ruas, yakni:  $T_i = 0,324 - 0,00766n_i - 0,366 \ln(h) + 0,661 \ln(D_4)$ ;  $T_i = 0,324 - 0,00766 n_i - 0,366 \ln(h) + 0,661 \ln(D_4)$ .

### B. Saran

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah perangkat pendugaan karakteristik hasil pertumbuhan dari bambu yang unik. Untuk itu, model ini perlu diuji di beberapa lokasi untuk dibuatkan tabel volume bambu betung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Manajemen PT Sampoerna Agro yang telah membiayai penelitian ini, Bapak Ir. Harbagung yang telah berdiskusi dalam membangun model dan rekan-rekan di hutan penelitian Arcamanik yang telah mendampingi dan membantu pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akinlabi, E.T., Anane-Fenin, K., & Akwada, D.R. (2017). *Bamboo: Multipurpose plant*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56808-9>
- Awalluddin, D., Ariffin, M.A., Osman, M.H., Hussin, M.W., Ismail, M.A., Lee, H.S., & Abdul Shukor Lim, N.H. (2017). Mechanical properties of different bamboo species. *MATEC Web of Conferences*, 138, 1-10. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713801024>
- Chan, N., Takeda, S., Suzuki, R., & Yamamoto, S. (2013). Establishment of allometric models and estimation of biomass recovery of swidden cultivation fallows in mixed deciduous forests of the Bago Mountains, Myanmar. *Forest Ecology and Management*, 304, 427–436. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.038>
- Chongtham, N., Bisht, M.S., & Haorongbam, S. (2011). Nutritional properties of bamboo shoots: Potential and Prospects for Utilization as a Health Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(3), 153-168. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00147.x>
- Garima, Bhardwaj, D., & Devi, M. (2017). Growth behaviour of bamboo species in bamboo-based agroforestry system in mid-hill sub-humid conditions of Himachal Pradesh, India. *International Journal of Farm Sciences*, 7(2), 63-66.
- Karyadi, Dewi, S.M., & Soehardjono, A. (2014). A comparison of shear strength of box-section beam made of sliced-laminated dendrocalamusasper under torsion and transversal load. *Procedia Engineering*, 95(Scescm), 38-42. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.163>
- Ly, P., Pillot, D., Lamballe, P., & Neergaard, A. (2012). Evaluation of bamboo as an alternative cropping strategy in the northern central upland of Vietnam: Above-ground carbon fixing capacity, accumulation of soil organic carbon, and socio-economic aspects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149, 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.013>
- Muchiri, M.N., & Muga, M.O. (2013). A preliminary yield model for natural *Yushania alpina* bamboo in Kenya. *Journal of Natural Sciences Research*, 3(10), 77-84. Retrieved from <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/7651/8078>
- Mujiman, Priyosulistyo, H., Sulistyo, D., & Prayitno, T.A. (2014). Influence of shape and dimensions of lamina on shear and bending strength of vertically glue laminated bamboo beam. In *Procedia Engineering*, 95, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.161>
- Mukaka, M.M. (2012). A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69-71. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.01.020>
- Nath, S., Das, R., Chandra, R., & Sinha, A. (2009). Bamboo Based Agroforestry for Marginal Lands with Special Reference to Productivity, Market Trend and Economy. Jharkhand. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.564.1866&rep=rep1&type=pdf>
- Qudratullah, M.F. (2013). Analisis Regresi Terapan: teori, Contoh Kasus dan Aplikasi Dengan SPSS.

- Yogyakarta: Penerbit ANDI.  
<https://doi.org/extraordinarynad.lecture.ub.ac.id/files/2012/12/Analisis-Regresi.docx>
- Sá Ribeiro, R.A., Sá Ribeiro, M.G., & Miranda, I.P.A. (2017). Bending strength and nondestructive evaluation of structural bamboo. *Construction and Building Materials*, 146, 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.074>
- Salam, K., & Pongen, Z. (2008). Hand Book on Bamboo. (S.K. Sharma, Ed.). New Delhi: National bamboo Mission Ministry of Agriculture, Government India dan Cane and Bamboo Technology Centre.
- Sharma, B., Gatoo, A., Bock, M., Mulligan, H., & Ramage, M. (2014). Engineered bamboo : state of the art. In Proceedings of Institution of Civil Engineers, 1-11.
- Sharma, B., Gatoo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015). Engineered bamboo for structural applications. *Journal of Construction and Building Materials*, 81, 66-73.
- Sukarman, & Dariah, A. (2014). Tanah Andosol di Indonesia. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sutiyono, & Wardani, M. (2011). Pertumbuhan Awal Tanaman Bambu Tutul (*Bambusa maculata* Widjaja) di Stasiun Penelitian Hutan Arcamanik, Bandung. In *Konservasi Tumbuhan Tropika: Kondisi Terkini dan Tantangan ke Depan*. Bogor: UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas - LIPI.
- Tran, V.H. (2010). Growth and quality of indigenous bamboo species in the mountainous regions of Northern Vietnam, (March), 1-135.
- Yuen, J.Q., Fung, T., & Ziegler, A.D. (2017). Carbon stocks in bamboo ecosystems worldwide: Estimates and uncertainties. *Forest Ecology and Management*, 393, 113-138. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.017>

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Reviewer yang telah menelaah naskah yang dimuat pada Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol. 16 No. 1, Juni 2019:

Dr. Darwo (Silvikultur dan Biometrika Hutan - KLHK)

Prof (Riset). Dr. Nina Mindawati (Silvikultur - KLHK)

Dr. Noor Farikhah Haneda (Hama dan Penyakit Tanaman - IPB)

Dr. Made Hesti Lestari Tata, S.Si., M.Si (Silvikultur - KLHK)

Dr. Neo Endra Lelana (Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Yulianti Bramasto (Silvikultur/Perbenihan - KLHK)

Dr. Irdika Mansur (Silvikultur, Reklamasi dan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang - IPB)

Dr. Ir. Sri Suharti, M.Sc (Perhutanan Sosial - KLHK)



## PEDOMAN BAGI PENULIS

**Jurnal Hutan Tanaman** adalah publikasi ilmiah resmi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Jurnal ini menerbitkan tulisan hasil Perbenihan, Pembibitan, Teknik Silvikultur, Pemuliaan Pohon, Perlindungan Hutan Tanaman (meliputi nama penyakit, gulma, kebakaran), Biometrika, Sistem Silvikultur, Sosial Ekonomi, Pengelolaan Lingkungan Hutan Tanaman.

**Naskah** ditulis dalam bahasa Indonesia dengan huruf **Times New Roman**, font ukuran 12 dan jarak 2 (dua) spasi pada kertas A4 putih pada satu permukaan dan disertai file elektroniknya 3,5 cm. Naskah sebanyak 2 (dua) rangkap dikirimkan kepada Sekretariat Redaksi Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. File elektronik dikirim ke Sekretariat Redaksi dalam bentuk CD atau dikirim melalui email ke alamat [pp\\_p3ht@yahoo.co.id](mailto:pp_p3ht@yahoo.co.id)

Penulis menjamin bahwa naskah yang diajukan belum pernah dimuat/diterbitkan dalam publikasi manapun, dengan cara mengisi blanko pernyataan yang dapat diperoleh di Sekretariat Redaksi Publikasi Pusat Litbang Hutan, atau download di website <http://www.puskonser.or.id>. Pengajuan naskah oleh penulis yang berasal dari instansi/institusi (bukan perorangan) di luar Pusat Litbang Hutan harus disertai dengan surat pengantar dari instansi/institusinya. Pengajuan dimaksud dapat dilakukan melalui <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/>.

### Struktur Penulisan

**JUDUL** (letak tengah dan huruf KAPITAL)

Title (letak tengah dan cetak miring)

#### I. BAB

##### A. Sub Bab

##### 1. Sub sub bab

a. Sub sub sub bab

1) Sub sub sub sub bab

2) Sub sub sub sub sub bab

**Judul** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, bersifat spesifik, efektif dan sebaiknya tidak terlalu panjang berkisar antara 10-15 kata serta harus mencerminkan isi tulisan. Di bawah judul ditulis terjemahannya dalam bahasa Inggris yang tercetak dengan huruf kecil dan miring. Nama penulis (satu atau lebih) dicantumkan di bawah judul dengan huruf kecil. Di bawah nama ditulis institusi asal penulis dan alamat lengkap instansi/institusi.

**Isi Naskah** terdiri atas **ABSTRAK** dengan *Kata kunci* dan **ABSTRAK** dengan kata kunci, **PENDAHULUAN, METODOLOGI, HASIL DAN PEMBAHASAN. KESIMPULAN DAN SARAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA** dan **LAMPIRAN** (kalau ada)

## GUIDELINES FOR WRITING

**Journal of Forest Plantation Research** is the official scientific publication of the Center for Forest Productivity Improvement Researches in various aspects of plantation forest such as seed, nursery, silvicultural techniques, social, economic, environmental management of plantation forest (pests/diseases, weeds, fire), biometrics, silviculture, social, economic and environmental management of forest plantations.

**Manuscript** is written in Indonesia, using **Times New Roman** font, 12pt size, double spaced, minimum margin of 3,5 cm (in all sides), printed on single-sided A4 size paper (softcopy must be attached). Two copies of manuscript are sent to the Editorial Secretariat of the Journal of Forest Plantation Research, Center for Forest Productivity Improvement Research. Center for Forest Productivity Improvement Research and Development. Softcopy is sent to the Editorial Secretariat in Compact Disc (CD) or via email to [pp\\_p3ht@yahoo.co.id](mailto:pp_p3ht@yahoo.co.id)

The author must guarantee that the submitted manuscript has not been published in any publications, by filling out statement form that can be obtained at the Editorial Secretariat, or downloaded from the website <http://www.puskonser.or.id>. Submission of manuscripts by authors from agency/institution (not individuals) outside the Center for Research and Development of Forest must be accompanied by a covering letter from the agency/institution. The manuscript can be submitted to <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/>.

### Writing Structure

**JUDUL** (Center and CAPITAL)

Title (Center and Italic)

#### I. BAB

##### A. Sub Bab

##### 1. Sub sub bab

a. Sub sub sub bab

1) Sub sub sub sub bab

2) Sub sub sub sub sub bab

**The title** is written in Indonesian and English, specific, effective and should range between 10-15 words and should reflect the contents of the writing. English translation should be provided below the title, in smaller font size and in italic. The author (s) name (one or more) is listed below the title, with name and address of the author's institution/agency below the author name (in smaller font size).

**The manuscript** consists of : **ABSTRACT** with **Keywords, INTRODUCTION, METHODOLOGY, RESULTS AND DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS, ACKNOWLEDGMENTS, APPEDIX and REFERENCES** (if any).

**ABSTRAK** dibuat dalam Bahasa Indonesia sebaiknya tidak lebih dari 250 kata dan Inggris sebaiknya tidak lebih dari 200 kata dalam satu paragraph. Isinya berupa intisari permasalahan., Tujuan, rancangan penelitian dan kesimpulan yang dinyatakan secara kuantitatif. Bahasa Inggris ditulis dengan huruf kecil miring dan bahasa Indonesia ditulis tegak, jarak 1 (satu) spasi. *Keywords* dan kata kunci masing-masing tidak lebih dari 5 kata kunci.

**PENDAHULUAN** berisi: latar belakang/masalah, tujuan penelitian dan hipotesis (tidak harus ada)

**METODOLOGI** berisi: waktu dan tempat, bahan dan alat, metode, rancangan penelitian (kalau ada), analisis data. Metode disajikan secara ringkas namun jelas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN** berisi: hasil dan pembahasan yang disajikan secara mendalam dibuat terpisah atau dijadikan satu.

**Tabel** diberi nomor, judul tabel, sumber dan keterangan yang diperlukan. Judul, isi dan keterangan tabel ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris secara jelas dan singkat. Judul tabel diletakkan di atas tabel. Keterangan tabel ditulis dengan ukuran huruf lebih kecil dari judul tabel.

**Gambar, Grafik dan Foto** harus jelas (resolusi paling sedikit 300 dpi) dan dibuat kontras, diberi judul, sumber dan keterangan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul gambar, grafik dan foto diberi nomor dan diletakkan di bawah gambar. Foto renik atau peta harus diberi skala. Keterangan gambar, grafik dan foto ditulis dengan ukuran huruf lebih kecil dari judul gambar, grafik dan foto.

**KESIMPULAN DAN SARAN** disampaikan secara naratif ringkas, padat serta diusahakan dinyatakan secara kuantitatif dengan memperhatikan kedalaman bahasa dan perampatan bahasan.

**UCAPAN TERIMA KASIH** berupa ucapan terima kasih kepada orang/instansi/organisasi yang telah membantu baik berperan secara finansial, teknis maupun substantif.

**DAFTAR PUSTAKA** mengacu pada American Psychological Association (APA) Style (minimal 15 pustaka, dengan referensi yang berkualitas, 80% sumber acuan dianjurkan 5 tahun terakhir kecuali pustaka 5 tahun terakhir tidak ditemukan dan 80% merupakan sumber acuan primer), disusun menurut abjad nama pengarang dengan mencantumkan tahun terbit, seperti contoh berikut:

Departemen Kehutanan. (2005). *Eksekutif data strategis kehutanan*. Jakarta: Departemen Kehutanan.

Kementerian Kehutanan. (2009). *Keputusan Menteri Kehutanan No. SK 328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan DAS Prioritas dalam rangka RPJ tahun 2010-2014*. Jakarta: Sekretariat Jenderal.

Mindawati, N., Indrawan, A., Mansur, I., & Rusdiana, O. (2010). Kajian pertumbuhan tegakan hybrid *Eucalyptus urograndis* di Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 39-50.

Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (1992). *Plant physiology*. Belmon: Wadsworth Publishing.Co.

U.S. Census Bureau. American factfinder:Fact about my community. Akses tanggal 17 Agustus 2001, dari <http://factfinder.Census.gov/servlet/Basicfactervlet>>.

**ABSTRACT** is written in Indonesian (should be no more than 250 words) and in English (should be no more than 200 words), each in one paragraph. It contains the essence of the problem, objectives, research design and conclusions expressed quantitatively. Abstract in Indonesia written in regular font while abstract in English written in Italic, using single space. Keywords should be no more than five keywords.

**INTRODUCTION** contains: background/issues, research objectives and hypotheses (not mandatory)

**METHODOLOGY** contains: time and place, materials and equipment, methods, research Design (if any), data analysis. Methods are presented briefly but clearly

**RESULTS AND DISCUSSION** contains: results and discussion are given throughly separately or combined

**Tables** are numbered and provided with title, source and required description. Table title, contents and caption are written in Indonesian and English clearly and concisely. Table title is placed above the table. Caption is written in smaller font size than the title.

**Image, Graphic and Photograph** must have good quality (minimum resolution is 300 dpi) clear and contrast, provided with title and description in Indonesia and English. Title of image, graphic and photograph are numbered and placed below the picture. Microscopic photo or map should be provided with scale. Caption of graphics and photographs are written in smaller font size than the title.

**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS** are presented naratively in brief (preferably in the form of numbered points), concise and should be expressed quantitatively.

**ACKNOWLEDGMENTS** in the from of gratitude to the person/agency/organization that helped the research, financially, technically or substantially.

**REFERENCES** follow the guidelines of APA style (at least 15 libraries, with qualified reference and recommended in the last 5 year), organized alphabetically by author name, including year of publication, as the following example.

Dewan Redaksi dan Sekretariat Redaksi berhak mengubah dan memperbaiki isi naskah sepanjang tidak mengubah substansi tulisan. Naskah yang tidak diterbitkan akan dikembalikan kepada penulis.

Editors and Editorial Secretariat reserve the right to change and improve the content of the manuscript as long as not changing the substance of the writing. Unpublished manuscript will be returned to the author.

