

Biodeteriorasi Semilaboratoris Daun dan Ranting Mangium dengan Aktivator Jamur Saprofitik

(Semi-Laboratory Scale Biodeterioration of Mangium Leaves and Twigs with Saprophytic Fungal Activators)

Djarwanto*, Sihati Suprapti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor. 16610. Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8633413

*Penulis korespondensi:djarwanto2006@yahoo.com

Abstract

Logging operation of mangium (*Acacia mangium*)'s forest generates enormous amount of wastes, such as cut-wood pieces, wood barks, twigs, and leaves. The wastes, mainly twigs and leaves are left unutilized on logging sites. Biodeterioration of these wastes is slow and therefore disturb local nutrient cycle. In the present researches, biodeterioration of mangium's twigs and leaves were accelerated by the use of eight (8) saprophytic rotting-fungi activators. Biodeterioration was assessed using organic-carbon content, total-nitrogen content, nutrient content, and cation-exchange capacity (CEC). It was found that the C/N ratio after 30 and 90 days fungal inoculation decreased to 23-32 and 16-23, respectively. C/N-ratios of lower than 20 were achieved by the use of *Pycnoporus sanguineus* (isolate HHBI-317), *Marasmius* sp, *Polyporus* sp., and *Schizophyllum commune* innoculated for 90 days. Inoculation both for 30 and 90 days increased CEC value to >27 me per 100 g. The high CEC value increased their adsorption capacity, storage capacity, and nutrient availability needed for plant growth.

Keywords: *Acacia mangium*, biodeterioration, eight activator fungal species, inoculan, logging wastes, nutrient content.

Abstrak

Hutan *Acacia mangium* menghasilkan limbah pembalakan berupa potongan kayu, kulit kayu, ranting, dan daun/serasah. Khususnya daun dan ranting, faktanya merupakan limbah tebang yang belum dimanfaatkan, yang dibiarkan tertimbun di hutan, dan secara alami proses deteriorasinya berjalan lambat sehingga mempengaruhi siklus hara setempat. Penelitian dilakukan untuk mempercepat proses biodeteriorasi kedua jenis limbah tersebut menggunakan aktivator berupa delapan jamur pelapuk. Biodeteriorasi daun dan ranting mangium dievaluasi berdasarkan kandungan karbon organik, nitrogen total, kadar unsur hara, dan kapasitas tukar kation (KTK) sebelum dan sesudah perlakuan jamur. Hasil analisis kimia daun dan ranting mangium yang diinokulasi jamur menunjukkan bahwa pemberian inokulan menurunkan nisbah C/N menjadi 23-32 (30 hari) dan 16-23 (90 hari). Pada masa inkubasi 90 hari, nilai C/N menjadi <20 akibat aktivasi jamur *Pycnoporus sanguineus*, isolat jamur HHBI-317, *Marasmius* sp, *Polyporus* sp., dan *Schizophyllum commune*. Perlakuan aktivasi jamur tidak merubah kadar unsur hara. Pemberian jamur dengan masa inkubasi 30 hari maupun 90 hari meningkatkan nilai KTK menjadi >27 me per 100 g yang dapat meningkatkan daya serap, daya simpan, dan ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman.

Kata kunci: *Acacia mangium*, biodeteriorasi, jamur aktivator, inokulan, limbah tebang, unsur hara.

Pendahuluan

Mangium (*Acacia mangium*) merupakan jenis kayu yang paling banyak ditanam pada areal hutan tanaman industri (HTI), contohnya di PT Musi Hutan Persada (MHP), Sumatera Selatan, dengan luas mencapai 170000 ha. Tegakan pohon mangium tertua di areal PT MHP berumur 36 tahun yang ditanam sebagai program reboisasi oleh Direktorat Jendral Kehutanan dan dikelola oleh PT. Inhutani V (Siregar *et al.* 1999). Kayu dari pohon mangium tua ini telah digunakan untuk mebel ukiran sebagai substitusi kayu jati. HTI tersebut menghasilkan limbah pembalakan berupa kayu, kulit kayu, ranting, dan daun/serasah (Djarwanto 2006).

Serasah mangium yang dihasilkan dapat bervariasi tergantung umur tegakan pohon tersebut. Serasah yang dihasilkan oleh tegakan pohon mangium umur 2, 5, dan 8 tahun masing-masing 3,48; 11,20; dan 12,98 ton ha⁻¹. Semakin tua umur tegakan akan diikuti oleh peningkatan produksi biomassa termasuk serasah yang besarnya 55-86% (setara dengan 8,9%), kayu (65,8%), dan biomassa yang tidak termanfaatkan seperti kayu non produktif, ranting, kulit kayu, dan daun sebesar 25,3% dari biomassa tanaman (Djarwanto 2006). Pada tebangan rotasi pertama (9 tahun), tegakan mangium di PT MHP menghasilkan residu tebangan berupa kayu 31,43 ton ha⁻¹ dan daun (serasah) 4,01 ton ha⁻¹ (Djarwanto 2009).

Banyaknya limbah yang belum termanfaatkan sesungguhnya merupakan potensi kerugian karena untuk dapat memproduksi material kayu bahan baku pulp sebesar volume biomassa limbah tersebut diperlukan biaya besar dan waktu lama (Djarwanto *et al.* 2009). Proses

dekomposisi serasah daun dan ranting mangium yang tertimbun di hutan, secara alami berjalan lambat, sehingga mempengaruhi siklus hara setempat. Selain itu, pada musim kemarau daun dan ranting kering berpotensi menjadi sumber bahan kebakaran hutan. Oleh karena itu, proses dekomposisi limbah lignoselulosa tersebut perlu dipercepat menggunakan aktivator jamur pelapuk yang berasal dari lokasi yang sama, agar dimanfaatkan sebagai penghara tanah pada areal lahan HTI yang bersangkutan. Delapan jamur pelapuk digunakan sebagai aktivator dalam proses dekomposisi limbah tebangan mangium dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhnya dan mendegradasi daun dan ranting mangium tersebut.

Bahan dan Metode

Pembuatan inokulan jamur pelapuk

Cara pembuatan inokulan mengacu kepada cara pembuatan bibit jamur pangan (Suprpti & Djarwanto 2009). Media inokulan dibuat dari serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Fosb. ditambah dedak 10%, CaCO₃ 1,5%, gipsium 0,5%, dan air suling secukupnya. Bahan-bahan tersebut diaduk sampai tercampur rata kemudian dimasukkan ke dalam katong plastik PVC sebanyak 500 g per kantong. Ring plastik dipasang hingga berbentuk seperti botol kemudian pada sisi luar ring disumbat dengan kapas steril, lalu disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1,5 atmosfer selama 30 menit. Media yang telah dingin diinokulasi biakan murni jamur penguji dan diinkubasi sampai pertumbuhan miseliumnya merata dan menebal yaitu 8 minggu setelah inokulasi. Inokulan siap diaplikasikan pada limbah pembalakan (Djarwanto 2009). Inokulan jamur tersebut

digunakan sebagai aktivator pada daun dan ranting mangium secara semi laboratorium di Bogor.

Uji efektivitas aktivator jamur pelapuk

Daun dan ranting mangium dibasahi air bersih hingga lembab lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik ukuran 10 kg dan dipadatkan. Media tersebut diinokulasi jamur penguji sebanyak 5% (berat per berat) dan diikat karet gelang. Inokulan diusahakan masih dalam bentuk satu gumpalan yang dimasukkan ke dalam bagian tengah contoh tersebut. Inokulan diletakkan di luar atap di bawah naungan paranet dan dibiarkan selama 30 dan 90 hari untuk memberi kesempatan jamur tersebut tumbuh serta terjadi proses deteriorasi. Setiap perlakuan disediakan tiga ulangan. Pertumbuhan miselium jamur di permukaan contoh uji diamati setiap rentang waktu satu minggu.

Analisis kimia

Masing-masing contoh uji diambil secara acak pada saat awal perlakuan, pada waktu 30 dan 90 hari masa inkubasi. Contoh daun dan ranting dibersihkan dari inokulan yang menempel, diaduk rata, digiling, dan dianalisis secara kimia.

Analisis kimia contoh uji dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman SEAMEO BIOTROP, Bogor. Tingkat deteriorasi diukur melalui nisbah C/N sebelum dan sesudah diinkubasi. Penetapan nisbah C/N mengacu pada metode Walkey & Black (Brady (1974). Analisis kandungan nitrogen total menggunakan metode Kjeldahl, penetapan kadar kalsium (Ca), Fosfor (P), kalium (K) dan magnesium (Mg) menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer*, dan kapasitas tukar

kation (KTK) menggunakan metode titrimetri.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan miselium jamur pada media inokulan secara visual nampak merata pada umur 4 minggu setelah inokulasi (*Ganoderma lucidum*, isolat jamur HHBI-317, *Marasmius* sp., *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus* sp., *Pycnoporus sanguineus*), dan 5 minggu setelah inokulasi (*G. applanatum* dan *Schizophyllum commune*). Kecepatan pertumbuhan miselium jamur *G. lucidum*, *Marasmius* sp., *P. ostreatus*, *Polyporus* sp., dan *P. sanguineus* ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya (Djarwanto 2009, Djarwanto & Suprapti 2010, Djarwanto *et al.* 2016, Djarwanto *et al.* 2009, Suprapti & Djarwanto 2009).

Pertumbuhan miselium *P. ostreatus* telah memenuhi permukaan media dan sudah mulai panen tubuh buah jamur pada umur 4-5 minggu setelah inokulasi (Lin 2004, Obodai *et al.* (2003). Pertumbuhan miselium *S. commune* lebih lambat dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya (Djarwanto *et al.* 2009). Berdasarkan laporan Islam *et al.* (2009) dan Khan *et al.* (2012), pertumbuhan miselium *Pleurotus* untuk mencapai seluruh permukaan media memerlukan waktu 25-45 hari setelah inokulasi. Pada beberapa kantong media inokulan, pertumbuhan tubuh buah jamur *P. ostreatus* pada hari ke 33. Inokulan *G. lucidum* dan *P. sanguineus* menghasilkan tubuh buah pada umur 8 minggu meskipun belum sempurna. Media inokulan yang sudah tumbuh tubuh buah jamurnya tidak digunakan sebagai inokulan. Laporan sebelumnya menunjukkan bahwa awal panen jamur *G. lucidum* dan *P. ostreatus* terjadi pada 64 dan 25-51 hari setelah

inokulasi (Djarwanto *et al.* 2016, Pathmashini *et al.* 2008).

Setelah masa inkubasi dua minggu, pertumbuhan miselium jamur pada permukaan contoh daun dan ranting mangium sekitar 2%. Pertumbuhan miselium meningkat menjadi 6% setelah masa inkubasi 4 minggu. Pertumbuhan miselium di permukaan contoh tersebut lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Djarwanto (2009). Hal ini karena penambahan *malt extract* 1% pada media inokulan yang digunakan dan cara inokulasi yaitu dengan meremuk dan mencampur inokulan ke dalam media, sedangkan dalam laporan ini inokulannya berupa satu gumpalan yang dibenamkan ke dalam contoh uji. Pada pengamatan umur 30 dan 90 hari, pertumbuhan miseliumnya kurang dari 20 dan 40%. Secara visual, pertumbuhan miselium nampak pada permukaan daun dan ranting di sekitar inokulan saja dan belum menyebar ke permukaan media. Pertumbuhan miselium terlihat tipis dan belum menembus ke bagian dalam contoh tersebut sehingga bila terkena panas matahari miselium tersebut segera mengering dan sulit dilihat tanpa bantuan kaca pembesar. Serasah daun dan ranting yang mengering sulit dibuat kompak sehingga pertumbuhan miselium terhenti. Menurut Djarwanto (2009), kondisi daun dan ranting yang kering dapat menghalangi adaptasi jamur terhadap limbah tersebut. Meskipun telah diketahui bahwa jamur tersebut bersifat anaerob yang dapat tumbuh pada kondisi beroksigen maupun tanpa oksigen dari udara. Contoh uji yang terdapat di bagian bawah terlalu basah karena tertampungnya air hujan yang masuk lewat lubang perforasi, juga dapat mengakibatkan jamur sulit tumbuh. Selain itu terdapatnya

lapisan lilin di permukaan daun yang menghalangi penyerapan air dan menghambat pertumbuhan miselium. Berdasarkan pengamatan di lapangan, jika kondisi lingkungan daun dan ranting mangium lembab umumnya ditemukan jamur yang tumbuh. Menurut Djarwanto (2006), serasah daun dan ranting mangium tersebut telah digunakan sebagai mulsa pada jalan sarad untuk kendaraan *logging*, sehingga setelahnya akan tercampur tanah, dan menjadi lembab. Jika terinfeksi jamur maka terjadi proses degradasi lingo-selulosa menghasilkan unsur yang lebih sederhana yang akan berkontribusi dalam ketersediaan hara untuk musim tanam berikutnya.

Nisbah C/N contoh uji daun dan ranting mangium awal (segar) adalah 69,89. Nilai tersebut turun menjadi 29,93 dan 23,87 masing-masing pada masa inkubasi 30 dan 90 hari. Pengaruh inokulasi delapan jamur pelapuk menurunkan nisbah C/N menjadi 23,02-32,67 dan 16,73-23,37 dengan masa inkubasi masing-masing 30 hari dan 90 hari (Tabel 1). Nilai C/N tersebut lebih rendah dibandingkan laporan Djarwanto (2009) yakni 30,6-36,4. Hal ini disebabkan daun dan ranting tercampur inokulan secara homogen sehingga sulit dipisahkan dari bahan tersebut. Hasil penelitian Djarwanto *et al.* (2016) dan Komarayati *et al.* (2012) menegaskan bahwa penyusutan nilai C/N dipengaruhi oleh waktu inkubasi. Semakin lama waktunya maka semakin besar penurunan nilai C/Nnya. Nisbah C/N tersebut umumnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan standar kompos perhutani, sampah organik, dan SNI 19-7030-2004, yakni 10-20 (Komarayati *et al.* 2009). Namun demikian, nilai C/N tersebut memenuhi standar kompos Jepang yaitu <35 (Komarayati & Pasaribu 2005).

Tabel 1 Kandungan hara daun dan ranting mangium setelah diinokulasi jamur

Isolat fungi	C organik, %	N total, %	Nisbah C/N	P ₂ O ₅ , %	CaO, %	MgO, %	K ₂ O, %
Bahan awal							
Daun dan ranting segar	32,77±1,56	0,47±0,04	69,89±3,21	0,19±0,02	0,20±0,03	0,30±0,04	0,44±0,02
Masa inkubasi 30 hari							
<i>Ganoderma applanatum</i> HHBI-265	24,08±1,32	0,97±0,08	24,98±0,78	0,21±0,02	0,96±0,01	0,29±0,01	1,01±0,02
<i>Ganoderma lucidum</i> HHBI-322	23,02±0,51	1,00±0,03	23,02±0,24	0,18±0,02	1,07±0,05	0,32±0,02	1,14±0,02
Isolat fungi HHBI-317	22,31±1,17	0,94±0,07	23,88±2,89	0,23±0,01	1,02±0,04	0,28±0,01	1,10±0,04
<i>Marasmius</i> sp. HHBI-346	23,63±1,04	0,81±0,06	29,20±3,44	0,32±0,03	0,23±0,01	0,31±0,03	0,25±0,03
<i>Pleurotus ostreatus</i> HHBI-252	23,49±1,17	0,95±0,04	24,76±1,67	0,24±0,01	1,00±0,02	0,28±0,01	1,10±0,04
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-347	24,48±0,50	1,00±0,02	24,40±0,61	0,20±0,01	1,06±0,05	0,31±0,01	1,03±0,02
<i>Pycnoporussanguineus</i> HHBI-348	27,15±0,63	0,84±0,02	32,35±1,50	0,28±0,06	0,29±0,03	0,29±0,04	0,23±0,04
<i>Schizophyllum commune</i> HHBI-204	26,66±0,43	0,82±0,02	32,67±1,12	0,31±0,02	0,23±0,04	0,31±0,03	0,21±0,03
Kontrol	25,46±1,14	0,85±0,03	29,93±2,08	0,32±0,04	0,22±0,02	0,36±0,02	0,24±0,03
Masa inkubasi 90 hari							
<i>Ganoderma applanatum</i> HHBI-265	22,88±0,36	1,10±0,10	20,87±1,53	0,19±0,02	1,04±0,02	0,27±0,01	1,17±0,04
<i>Ganoderma lucidum</i> HHBI-322	23,05±0,37	1,12±0,02	20,57±0,06	0,20±0,02	1,08±0,03	0,31±0,01	1,20±0,02
Isolat fungi HHBI-317	21,81±0,30	1,30±0,02	16,73±0,38	0,24±0,01	1,09±0,03	0,29±0,01	1,19±0,01
<i>Marasmius</i> sp. HHBI-346	18,82±0,47	1,06±0,03	17,83±0,85	0,20±0,01	1,03±0,02	0,29±0,01	1,16±0,02
<i>Pleurotus ostreatus</i> HHBI-252	23,13±0,24	0,99±0,01	23,37±0,25	0,21±0,01	1,00±0,02	0,29±0,01	1,22±0,03
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-347	20,87±0,48	1,13±0,03	18,50±0,50	0,24±0,01	0,99±0,04	0,29±0,01	1,20±0,02
<i>Pycnoporussanguineus</i> HHBI-348	20,84±0,25	1,19±0,01	17,43±0,35	0,27±0,01	0,98±0,02	0,34±0,02	1,20±0,02
<i>Schizophyllum commune</i> HHBI-204	21,65±0,49	1,11±0,01	19,50±0,56	0,24±0,01	1,11±0,02	0,31±0,01	1,14±0,02
Kontrol	23,21±0,98	0,97±0,03	23,87±1,59	0,22±0,01	1,00±0,02	0,30±0,02	1,16±0,03

Keterangan: ± = Simpangan baku

Nilai C/N limbah pembalakan dengan masa inkubasi 30 hari tersebut sedikit berbeda jika dibandingkan dengan hasil penelitian skala laboratorium (Djarwanto *et al.* 2009) yakni 27 (*S. commune*), 25 (*Marasmius* sp.), 33,4 (*Polyporus* sp. dan *P. sanguineus*). Hal ini disebabkan penelitian menggunakan semi laboratorium di tempat terbuka sehingga terdapat peran mikroorganisme lain yang ikut berpartisipasi sebagai jamur aktivator dalam mendegradasi limbah. Selain itu, hal ini dipengaruhi oleh perlakuan penggilingan dan sterilisasi contoh (Djarwanto *et al.* 2009).

Pada masa inkubasi 90 hari, nilai C/N adalah 16,72-19,50 oleh aktivator jamur *P. sanguineus*, isolat jamur HHBI-317, *Marasmius* sp., *Polyporus* sp., dan *S. commune*. Nilai C/N tersebut sudah memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman. Nilai tersebut memenuhi SNI 19-7030-2004, standar kompos perhutani,

kompos sampah organik, dan pupuk organik yaitu 10-20 (Komarayati *et al.* 2009). Nilai C/N yang dihasilkan oleh *P. ostreatus*, *G. applanatum*, *G. Lucidum*, dan kontrol (tanpa aktivator jamur) berkisar antara 20,57-23,87. Nisbah C/N tersebut memenuhi standar mutu kompos menurut Deptan (2009), kompos Bidlingmaier, dan standar kompos Jepang yang mensyaratkan nisbah C/N masing-masing 15-25, 12,9-24,2, dan <35 (Djarwanto 2009, Komarayati & Pasaribu 2005). Nisbah C/N dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah. Nilai C/N >30 menunjukkan N tidak tersedia bagi tanaman, nilai C/N <20 menunjukkan N mulai tersediakan bagi tanaman, dan jika nilai C/N <13 anasir N tersedia dengan baik bagi tanaman (Djarwanto 2006).

Unsur hara makro yang terdapat pada mangium tersebut antara lain N, P (P₂O₅ total), Ca (CaO), Mg (MgO), dan K (K₂O

total) umumnya rendah. Pengaruh inokulasi jamur pada contoh dengan masa inkubasi 30 hari dapat mempengaruhi unsur hara tersebut menjadi N 0,81-1,0%, P 0,18-0,32%, Ca 0,23-1,07%, Mg 0,28-0,36%, dan kadar K menjadi 0,21-1,14% dibandingkan dengan daun dan ranting mangium segar (awal) yaitu N 0,47%, P 0,19%, Ca 0,19%, Mg 0,30%, dan K 0,43%.

Kadar N tertinggi dijumpai pada contoh yang diinokulasi *G. lucidum* dan *Polyporus* sp., kemudian *G. applanatum*, *P. ostreatus*, dan isolat jamur HHBI-317. Kadar N yang rendah terjadi pada contoh yang diinokulasi *P. sanguineus*, *S. commune*, dan *Marasmius* sp. yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (tanpa inokulasi jamur). Hal ini disebabkan proses deteriorasi daun dan ranting mangium tersebut belum terjadi. Pada kontrol (tanpa inokulasi jamur), daun dan ranting tersebut tidak disterilkan maka kemungkinan telah terdapat infestasi mikroorganisme liar yang tumbuh alami dan dapat merombak limbah pembalakan tersebut. Sampai umur satu bulan, uji coba aplikasi pemanfaatan jamur tersebut belum menunjukkan kemampuannya sebagai aktivator dekomposisi daun dan ranting mangium. Pada masa inkubasi 90 hari, terjadi peningkatan unsur N pada contoh yang diinokulasi jamur menjadi 0,99-1,30% dibandingkan dengan kontrol yaitu 0,97%. Pada masa inkubasi tiga bulan telah menunjukkan adanya peran jamur sebagai aktivator dekomposisi.

Kadar P pada contoh uji yang diinokulasi beberapa jamur lebih rendah atau hampir sama dibandingkan dengan kontrol (tanpa inokulan jamur), tetapi yang diinokulasi *Marasmius* sp. lebih tinggi. Namun demikian, kadar tersebut umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan kadar P awal

(segar), kecuali pada contoh yang diinokulasi *G. lucidum* (30 hari) dan *G. applanatum* (90 hari). Kadar P pada contoh yang diinokulasi *Marasmius* sp. (inkubasi 30 hari) lebih rendah dibandingkan dengan laporan sebelumnya (Djarwanto 2009). Demikian pula kadar P umumnya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan laporan sebelumnya pada daun dan ranting mangium yang digiling, disterilkan, dan diinokulasi empat jenis jamur yang sama (Djarwanto *et al.* 2009).

Kadar K pada contoh uji yang diinokulasi isolat jamur HHBI-317, *P. ostreatus*, *G. applanatum*, *G. lucidum*, dan *Polyporus* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, dan kadar K tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan laporan sebelumnya pada contoh yang diinokulasi jamur *Marasmius* sp., *S. commune*, *Polyporus* sp., dan *P. sanguineus* (Djarwanto 2009, Djarwanto *et al.* 2009).

Kadar N contoh uji lebih tinggi dari kadar P dan K memenuhi kandungan unsur hara pupuk kandang sapi, kuda dan domba yang dilaporkan Novizan (2002) yaitu N 0,3–0,6%, P 0,2–0,3% dan K 0,2-0,3%. Berdasarkan kriteria Pusat Penelitian Tanah, kandungan nitrogen tersebut tergolong tinggi yaitu 0,51-0,75% (Novizan 2002). Dibandingkan dengan kandungan unsur hara kompos menurut Novizan (2002) yaitu N 0,1-0,6%, P 0,1%–0,4%, Ca 0,8-1,5% dan K 0,8%–1,5% maka kadar N hasil penelitian lebih tinggi, kadar P memenuhi, dan kadar K lebih rendah. Data derajat keasaman (pH) dan KTK daun dan ranting mangium disajikan pada Tabel 2. pH daun dan ranting segar (awal) adalah 5,9±0,1 dan meningkat menjadi 6,27 (masa inkubasi 30 hari) dan 7,03 (setelah 90 hari).

Tabel 2 Kapasitas tukar kation (KTK) contoh uji daun dan ranting mangium yang diinokulasi jamur aktivator

Jenis jamur	pH		Nilai KTK, me per 100 g	
	30 hari	90 hari	30 hari	90 hari
<i>Ganoderma applanatum</i> HHBI-265	7,13±0,06	7,0±0,10	30,93±0,36	32,89±0,14
<i>Ganoderma lucidum</i> HHBI-322	7,03±0,06	6,93±0,12	32,73±0,36	31,80±0,26
Isolat jamur HHBI-317	7,07±0,06	7,07±0,06	31,84±0,28	33,67±0,48
<i>Marasmius</i> sp. HHBI-346	6,30±0,10	7,07±0,06	27,62±3,54	32,51±0,10
<i>Pleurotus ostreatus</i> HHBI-252	7,17±0,06	7,17±0,06	31,85±0,19	32,25±0,21
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-347	7,20±0,10	7,07±0,06	33,02±0,28	33,75±0,52
<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-348	6,90±0,10	7,13±0,06	27,88±5,76	31,50±0,25
<i>Schizophyllum commune</i> HHBI-204	6,53±0,25	7,03±0,06	27,67±3,89	32,04±0,41
Kontrol	6,27±0,12	7,03±0,06	26,01±0,10	32,28±0,26

Keterangan: ± = Simpangan baku

Inokulasi jamur meningkatkan nilai pH menjadi 6,91 (6,30-7,20) dan 7,06 (6,93-7,17) masing-masing pada masa inkubasi 30 hari dan 90 hari. Nilai pH terendah dijumpai pada bahan yang diinokulasi *Marasmius* sp., yakni 6,30 (30 hari) dan *G. lucidum* yaitu 6,93 (90 hari). Berdasarkan besarnya nilai pH rata-rata tersebut maka termasuk netral, sama dengan pH tanah secara umum yaitu 6-7 (Novizan 2002). Nilai pH tersebut berada di bawah standar pH kompos perhutani yaitu 7,3, namun itu memenuhi standar kompos Jepang dan Bidlingmaier masing-masing dengan nilai pH 5,5–7,5 dan pH 6,6-8,2 (Djarwanto 2009, Komarayati & Pasaribu 2005). Unsur hara umumnya siap diserap tanaman pada pH netral sehingga mampu menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman berlangsung baik. Hal itu menunjukkan bahwa dari segi keasaman lingkungan secara mikro, maka limbah pembalakan terutama daun dan ranting mangium yang sudah melalui proses fermentasi ($\text{pH} \pm 7$) selama 30 hari dan 90 hari cukup aman terhadap akar tanaman.

Nilai KTK daun dan ranting awal (segar) adalah 16,31±0,89, meningkat pada masa inkubasi 30 hari dan 90 hari yakni 26,01 dan 32,28 me per 100 g. Inokulasi jamur dengan masa inkubasi 30 dan 90 hari meningkatkan nilai KTK menjadi 27,62-33,02 me per 100 g dan 31,50-33,75 me per 100 g (Tabel 2). Nilai KTK terendah dijumpai pada serasah yang diinokulasi *Marasmius* sp. (30 hari) dan *P. sanguineus* (90 hari). Nilai KTK tersebut memenuhi kompos WHO yaitu >20 me per 100 g (Komarayati & Pasaribu 2005), dan termasuk kriteria tinggi (26-40 me per 100 g) (Novizan 2002). Nilai KTK ini berhubungan erat dengan tingkat kesuburan tanah. Dalam penelitian ini nilai KTK tinggi sehingga dapat meningkatkan daya serap, daya simpan, dan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Nilai KTK tersebut mendekati hasil penelitian sebelumnya pada daun dan ranting mangium yang digiling, disterilkan lalu diinokulasi jamur tersebut. Data logam berat contoh uji yang diinokulasi jamur dengan masa inkubasi satu bulan (30 dan 90 hari) tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3 Kandungan logam berat pada contoh uji daun dan ranting mangium setelah diinokulasi jamur

Jenis jamur	Jenis logam							
	Pb, ppm		Cr, ppm		Cd, ppm		Hg, ppm	
	30 hari	90 hari	30 hari	90 hari	30 hari	90 hari	30 hari	90 hari
<i>Ganoderma applanatum</i> HHBI-265	0,08±0,01	0,10±0,01	0,10±0,01	0,0	0,0	0,0	0,26±0,02	0,0
<i>Ganoderma lucidum</i> HHBI-322	0,09±0,02	0,12±0,01	0,11±0,01	0,06±0,05	0,0	0,0	0,15±0,01	0,0
Isolat jamur HHBI-317	1,17±0,01	0,15±0,01	0,10±0,01	0,0	0,0	0,0	0,21±0,02	0,0
<i>Marasmius</i> sp. HHBI-346	0,15±0,03	0,15±0,02	0,08±0,02	0,09±0,01	0,08±0,02	0,0	0,10±0,02	0,12±0,01
<i>Pleurotus ostreatus</i> HHBI-252	0,01±0,01	0,09±0,01	0,0	0,11±0,01	0,0	0,0	0,26±0,03	0,0
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-347	0,11±0,01	0,13±0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,22±0,01	0,0
<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-348	0,13±0,02	0,09±0,01	0,04±0,03	0,09±0,02	0,0	0,0	0,30±0,06	0,16±0,01
<i>S. commune</i> HHBI-204	0,09±0,02	0,12±0,01	0,05±0,04	0,09±0,01	0,0	0,00	0,20±0,04	0,18±0,01
Kontrol	0,11±0,01	0,15±0,01	0,06±0,02	0,11±0,01	0,0	0,0	0,15±0,02	0,0

Keterangan: ± = Standar deviasi, 0,0 = tidak terukur

Hasil analisis logam berat daun dan ranting awal umumnya tidak terukur kecuali Hg pada masa inkubasi 30 hari sebesar 0,20±0,03 ppm. Karena kandungan logam berat (Pb, Hg, dan Cd) umumnya rendah, yang berarti aman terhadap lingkungan. Kandungan logam tersebut umumnya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan laporan sebelumnya pada skala laboratorium (Djarwanto *et al.* 2009). Nilai kadar logam tersebut lebih kecil dari persyaratan kandungan logam kompos menurut Bidlingmaier yakni Pb 513 (250-1.350) mg kg⁻¹, Hg 2,4 (0,4-9) mg kg⁻¹, dan Cd 5,5 (1,9-12) mg kg⁻¹.

Kesimpulan

Pertumbuhan miselium delapan jamur memenuhi permukaan media inokulan kayu sengon memerlukan waktu 4-5 minggu. Inokulasi jamur ke dalam daun dan ranting mangium menunjukkan bahwa pertumbuhan miseliumnya masing-masing kurang dari 20% (30 hari) dan 40% (90 hari). Hasil analisis kimia daun dan ranting mangium yang

diinokulasi delapan jamur pelapuk menurunkan nisbah C/N menjadi 23,02-32,67 (30 hari) dan 16,73-23,37 (90 hari). Pada masa inkubasi 90 hari, nilai C/N yang telah tersediakan untuk tanaman berkisar antara 16,72-19,50 oleh jamur *P. sanguineus*, isolat jamur HHBI 317, *Marasmius* sp., *Polyporus* sp., dan *S. commune*. Kadar unsur hara pada contoh yang diinokulasi jamur hampir sama dengan kontrol (tanpa inokulasi jamur). Pengaruh inokulasi jamur dengan masa inkubasi 30 hari dan 90 hari meningkatkan nilai KTK masing-masing menjadi 27,62-33,02 dan 31,50-33,75 me/100g. Nilai KTK >20 dapat meningkatkan daya serap, daya simpan, dan ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman.

Daftar Pustaka

Anshori S, Supriyadi B. 2001. Potency and management of logging residue of first rotation *Acacia mangium* in Musi Hutan Persada Ltd.Co. *Proceedings of seminar Environment Conservation*

- Through Efficiency Utilization of Forest Biomass*; 2000 Nov 13; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta: DEBUT Press. hlm 155-160.
- Brady NC, 1974. Organic matter of mineral soils. Di dalam: Buckman HO, Brady NC, editors. *The Nature and Properties of Soils*. New York: Macmillan Publishing Co. hlm 137-163.
- [Deptan] Departemen Pertanian. 2009. *S.K. Menteri Pertanian 28/Permentan/SR.130/5/2009, tanggal 22 Mei 2009 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik*. Jakarta: Deptan.
- Djarwanto. 2006. *Laporan Perjalanan di PT Musi Hutan Persada*, Sumatera Selatan. Bogor: P3HH.
- Djarwanto. 2009. Studi pemanfaatan tiga jenis jamur pada pelapukan daun dan ranting mangium di tempat terbuka. *J Penelit Hasil Hutan*. 27(4):314–322.
- Djarwanto, Suprapti S. 2010. Pertumbuhan dan nilai gizi *Ganoderma lucidum* pada media limbah mangium. *J Penelit Hasil Hutan*. 28(1):9–27.
- Djarwanto, Suprapti S, Ismanto A. 2016. Biokonversi serbuk gergaji kayu hutan tanaman sebagai media jamur pangan *Pleurotus* spp. *J Penelit Hasil Hutan*. 34(4):285–296.
- Djarwanto, Suprapti S, Pasaribu RA. 2009. Dekomposisi daun dan ranting mangium dan ekaliptus oleh delapan isolat jamur pelapuk. *J Penelit Hasil Hutan*. 27(4):303–313.
- Islam MZ, Rahman MH, Hafiz F. 2009. Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus flabellatus*) on different substrates. *Internat J Sustain Crop Prod*. 4(1):45-48.
- Khan NA, Ajmal M, Inam Ul Haq M, Javed N, Asif Ali M, Binyamin R, Khan SA. 2012. Impact of sawdust using various woods for effective cultivation of Oyster Mushroom. *Pakistan J Botany*. 44(1):399–402.
- Komarayati S, Gusmailina, Djarwanto. 2012. Pemanfaatan sisa media tumbuh jamur tiram untuk arang kompos. Sulisty J, Widyorini R, Lukmandaru G, Rofii MN, Prasetyo VE, Editor. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV*; 2012 Agustus 6-7; Makassar. Yogyakarta: Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. hlm 889–894.
- Komarayati S, Pasaribu RA. 2005. Pembuatan pupuk organik dari limbah padat industri kertas. *J Penelit Hasil Hutan*. 23(1):35–41.
- Komarayati S, Pasaribu RA, Roliadi H. 2009. Teknologi dan kelayakan finansial pemanfaatan limbah industri pulp dan kertas. Tampubolon AP, Abdurrohim S, Barly, Pari G, Suhariyanto, Editor. *Prosiding Seminar Teknologi Pemanfaatan Limbah Industri Pulp dan Kertas untuk Mengurangi Beban Lingkungan Industri Pulp dan Kertas*; 2008. Nopember 24; Bogor. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor. hlm 81–92.
- Lin Z. 2004. Mushroom growers' handbook. oyster mushroom cultivation. <http://www.jamurfun.Org/mushworld/Oyster-mushroom-cultivation/mushroom>. [18 April 2013].
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Depok: PT Agro Media Pustaka.
- Obodai M, Cleland-Okine J, Vowotor KA. 2003. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different

- lignocellulosic by-products. *J Indust Microbiol Biotech.* 30:46–149.
- Pathmashini L, Arulnandhy V, Wijeratnam RSW. 2008. Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Sawdust. *Ceylon J Sci.* 37(2):177–182.
- Siregar STH, Hardiyanto EB, Gales K. 1998. Acacia mangium Plantationsin PT Musi Hutan Persada, South Sumatera, Indonesia. *Proceeding of t Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests*; 1998 February 16-20; Pietermaritzburg, South Africa. Bogor: Center for International Forestry Research. hlm 39- 44.
- Suprpti S, Djarwanto. 2009. *Pedoman Budidaya Jamur Shiitake dan Jamur Tiram.* Bogor: P3HH.
- Suprpti S, Djarwanto D, Komarayati S. 2017. Pemanfaatan Sisa Media Jamur Pelapuk pada Dekomposisi Limbah Padat Pulp Acacia Mangium. *J Penelit Hasil Hutan.* 35(4):243-254.
- Riwayat naskah:
Naskah masuk (*received*): 10 September 2016
Diterima (*accepted*): 18 Oktober 2016