

PENYEMPURNAAN TEKNIK PENYADAPAN RESIN PINUS DENGAN METODE KUAKAN (*Improvement of Pine Resin Tapping with Quare Method*)

Ika Nugraha Darmastuti¹, Gunawan Santosa², & Juang R. Matangaran²

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

²Staf Pengajar Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Darmaga, Bogor-16680

E-mail : ikanugmas@gmail.com

Diterima 9 Agustus 2014, Direvisi 21 Mei 2015, Disetujui 14 Agustus 2015

ABSTRACT

Overtapping of pine resin in terms of quare size which is too wide and deep and the use of anorganic stimulant may cause tree damage and increase the risk of tree to fall. Modification of tapping technique may reduce the damage of trees and increase the production of pine resin. The modification should consider several aspects of economical, ecological, social, and technical. The objectives of the research were to determine the width and number of quare on each tree, the appropriate type of organic stimulant, and also cost analysis of the modified tapping technique. The results showed that different type of tapping such as width and number of quare per tree significantly gave different resin production. However, different types of organic stimulant and its interaction with number and width of quare was not correlated significantly with resin production. Modification of tapping techniques and the use of organic stimulant had direct influences on the cost and profit.

Keywords: Damage of tree, quare method, organic stimulant, pine resin tapping, the number and width of quare

ABSTRAK

Penyadapan resin pinus yang berlebihan berupa ukuran kuakan yang terlalu lebar dan dalam serta menggunakan stimulan anorganik menyebabkan pohon menjadi rusak dan mudah tumbang. Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan pohon dan meningkatkan produksi resin pinus adalah dengan memodifikasi teknik penyadapan. Modifikasi teknik penyadapan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, ekologi, sosial dan teknis. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan informasi lebar dan jumlah kuakan per pohon yang paling optimal, jenis stimulan organik yang tepat, serta menganalisis biaya dari modifikasi teknik penyadapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik penyadapan berupa perbedaan jumlah kuakan per pohon dan lebar sadapan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap produksi resin. Akan tetapi, perbedaan jenis stimulan organik dan interaksinya dengan jumlah serta ukuran kuakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi resin yang dihasilkan. Selain itu, modifikasi teknik penyadapan dan stimulan berpengaruh terhadap biaya dan pendapatan dari pihak pengelola.

Kata kunci: Jumlah dan lebar kuakan, kerusakan pohon, metode kuakan, penyadapan resin pinus, stimulan organik

I. PENDAHULUAN

Resin pinus merupakan oleoresin yang dihasilkan dari pohon *Pinus* sp. Resin pinus memiliki banyak kegunaan, yaitu sebagai bahan baku untuk

pembuatan gondorukem, sabun, perekat, cat, dan bahan kosmetik (Atmosuseno & Duljapar, 1996). Jenis Pinus yang mendominasi di Indonesia adalah *Pinus merk usii*, daerah penyebarannya yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan

seluruh Jawa (Martawijaya, Kartasujana, Kadir, & Prawira, 2005). Resin pinus merupakan komoditas yang memiliki jumlah permintaan tinggi di pasar lokal dan internasional. Delapan puluh persen produksi gondorukem dan terpentin dialokasikan untuk kebutuhan ekspor ke Eropa, India, Korea Selatan, Jepang, dan Amerika (Perhutani, 2011).

Tegakan pinus di pulau Jawa sebagian besar dikelola oleh Perum Perhutani, akan tetapi kondisi tegakannya sangat memprihatinkan. Hal ini dikarenakan dilakukan penyadapan resin secara berlebihan, yaitu ukuran kuakan yang terlalu lebar dan dalam serta menggunakan stimulanis anorganik. Penggunaan stimulanis anorganik akan merusak pohon karena komponen utamanya adalah asam sulfat dan asam nitrat. Selain menurunkan produksi resin pinus, akibat dari penyadapan yang berlebihan adalah pemulihan luka sadapan membutuhkan waktu lama serta pohon menjadi mudah tumbang (Matangaran, 2006).

Penyadapan resin pinus yang optimal adalah suatu pemanfaatan yang mempertimbangkan aspek ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis (Dulsalam, Idris, & Tinambunan, 1998). Aspek ekonomi yaitu mampu meningkatkan pendapatan. Aspek ekologi adalah kelestarian pohon dan tegakan. Aspek sosial, yaitu dapat menambah lapangan pekerjaan dan dapat diterima masyarakat. Serta secara teknis mudah diaplikasikan.

Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan pohon adalah mengurangi luas luka sadapan. Penelitian sebelumnya, telah dilakukan di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) dengan metode bor. Luka sadapan yang dihasilkan dengan metode bor lebih kecil dibandingkan kuakan. Berdasarkan pengamatan di Plot Penelitian Permanen HPGW, lubang bor pada pohon pinus mulai menutup setelah satu tahun dari pelukaan awal, sehingga sangat baik diterapkan dari aspek ekologis. Akan tetapi, produksi resin yang dihasilkan dengan metode bor cenderung menurun (Purnawati, 2014) sedangkan dengan metode kuakan terus meningkat kemudian stabil (Darmastuti, 2011). Selain itu, penyadap di Indonesia telah terbiasa menggunakan metode kuakan, karena kadukul (alat untuk metode kuakan) lebih ringan dibawa dan mudah digunakan serta biayanya lebih murah, dibandingkan dengan metode bor (Purnawati, 2014).

Penelitian ini merupakan modifikasi dari teknik penyadapan kuakan dan bor dengan tujuan untuk mengambil segi positif dari dua metode tersebut. Selain teknik penyadapan, penelitian ini juga memodifikasi stimulanis organik yang digunakan. Sejak tahun 2011, HPGW telah menggunakan stimulanis ETRAT dalam kegiatan penyadapan resin pinus. Stimulanis ETRAT berisi bahan aktif *ethylene* dan asam sitrat yang mampu meningkatkan produksi resin dua kali lipat dibandingkan stimulanis anorganik (Darmastuti, 2011). Penelitian penggunaan stimulanis lainnya dilakukan oleh Lekha dan Sharma (2013) pada penyadapan resin *P. roxburghii* di India. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan etephon 10% dan H₂SO₄ 20% merupakan kombinasi yang dapat meningkatkan produksi resin pinus. Penggunaan asam sitrat dapat meningkatkan produksi resin karena mampu menggantikan asam sulfat yang bersifat menghidrolisis sel-sel parenkim (Matangaran, Santosa, & Aziz, 2012). Pada penelitian ini digunakan pula asam asetat (cuka) karena sifatnya yang mirip dengan asam sitrat, yaitu merupakan asam lemah yang diduga dapat meningkatkan produksi resin pinus. Tujuan penelitian ini untuk menentukan lebar dan jumlah kuakan per pohon yang optimal, jenis stimulanis yang tepat, serta biaya penyadapan yang relatif murah.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2014, di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian dilakukan di blok khusus untuk penelitian, yaitu Blok Cikatomas pada ketinggian 691–715 mdpl. Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) terletak pada 106°48'27"BT sampai 106°50'29"BT dan -6°54'23"LS sampai -6°55'35"LS dengan ketinggian 460–715 m dpl. Klasifikasi iklim HPGW menurut Schmidt dan Ferguson termasuk tipe B dan banyaknya curah hujan tahunan berkisar antara 1600–4400 mm. Suhu udara maksimum di siang hari 29°C dan minimum 19°C di malam hari.

B. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah cat kayu, spidol permanen, dan stimulasi organik yaitu F2 (bahan aktif: *ethylene* dan asam sitrat) dan F3 (bahan aktif: *etephon* dan asam asetat). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pita ukur, kadukul ukuran lebar 6 cm dan 2 cm, mal sadap lebar 6 cm dan 2 cm, talang sadap, paku, palu, golok, kuas, *sprayer*, kantong plastik ukuran 12 cm x 25 cm, kalkulator, timbangan digital, *software Minitab 15*, kamera digital dan alat tulis.

C. Prosedur Kerja

Prosedur kerja dilakukan melalui langkah sebagai berikut:

1. Pengambilan data kondisi umum lokasi penelitian;
2. Pengambilan data penelitian meliputi: a). Penetapan petak lokasi penelitian; b). Pemilihan pohon contoh dilakukan dengan memilih pohon contoh sebanyak 50 pohon dengan kondisi sehat dan berdiameter ≥ 30 cm; c). Penelitian pendahuluan dilakukan pada 50 pohon, dengan ketentuan sebagai berikut: (1) metode kuakan, dan pada setiap pohon dibuat satu kuakan tanpa pemberian stimulasi, (2) ukuran kuakan awal lebar 6 cm, tinggi 6 cm dan kedalaman 1,5 cm, (3) pemanenan resin pinus pada penelitian pendahuluan dilakukan 3 kali, dengan periode panen dan pembaharuan luka setiap 3 hari sekali setinggi 0,5 cm, (4) berdasarkan data pendahuluan, dari 50 diambil 40 pohon contoh untuk penelitian utama dengan menghilangkan pohon pencilan; dan d). Penelitian utama dilakukan pada 40 pohon contoh yang dihasilkan dari penelitian pendahuluan. Penyadapan resin dilakukan dengan cara: (1) menggunakan metode kuakan berukuran lebar 6 cm (saat ini diterapkan di HPGW) dan 2 cm (ditampilkan pada Lampiran 3), (2) tinggi awal sadapan adalah 6 cm sedangkan pada pembaharuan sadapan adalah 0,5 cm setiap 3 hari sekali, (3) kedalaman kuakan adalah 1,5 cm. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan periode pembaharuan luka sadapan, pemanenan, dan pemberian stimulasi setiap 3 hari sekali, (4) stimulasi yang digunakan berupa stimulasi organik F2 (ETRAT) dan F3 dan diberikan dengan cara disemprotkan pada bidang sadapan sebanyak 1

kali (0,5 mL/kuakan untuk lebar kuakan 6 cm dan 0,3 mL/kuakan untuk lebar kuakan 2 cm), dan (5) penyemprotan dilakukan dengan mengatur *nozzle* pada *sprayer* sehingga jumlahnya sesuai dengan ukuran kuakan.

D. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial 4×2 . Faktor pertama ialah lebar dan jumlah kuakan yang terdiri atas 4 taraf, yaitu: 1). Lebar kuakan 6 cm dan jumlah sadapan 2 kuakan/ pohon, 2). Lebar kuakan 2 cm dan jumlah sadapan 6 kuakan/ pohon, 3). Lebar kuakan 2 cm dan jumlah sadapan 4 kuakan/ pohon, 4). Lebar kuakan 2 cm dan jumlah sadapan 2 kuakan/ pohon. Faktor kedua ialah jenis stimulasi organik yang terdiri atas 2 taraf, yaitu: 1). Stimulasi F2 (bahan aktif: *ethylene* dan asam sitrat), 2). Stimulasi F3 (bahan aktif: *etephon* dan asam asetat). Ulangan pada masing-masing kombinasi perlakuan sebanyak 5 pohon. Pengambilan data produksi resin dilakukan sebanyak 10 kali panen.

E. Analisis Data

Data produktivitas resin diolah menggunakan *software Minitab 15*. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan ukuran dan jumlah kuakan serta faktor jenis stimulasi terhadap peningkatan produksi resin pinus maka dilakukan analisis ragam (ANNOVA). Selanjutnya, dilakukan uji Tukey atau *Honestly Significant Difference* (HSD) untuk menentukan perlakuan yang berbeda nyata.

F. Perhitungan Biaya Penyadapan

Perhitungan biaya dirancang dari pihak pengelola HPGW, yaitu meliputi pendapatan dan pengeluaran pada masing-masing alternatif kombinasi perlakuan. Pendapatan dihitung dari produksi penyadapan resin pinus yang dihasilkan, sedangkan biaya yang dikeluarkan adalah penyediaan talang, plastik, stimulasi, dan upah penyadap. Upah penyadap dihitung berdasarkan hasil panen resin yang didapatkan. Asumsi perhitungan berdasarkan lama waktu penelitian, yaitu sepuluh kali panen resin dan 40 pohon contoh (5 pohon ulangan pada masing-masing perlakuan).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Lebar dan Jumlah Kuakan terhadap Produksi Resin

Analisis data dengan menggunakan ANNOVA memperlihatkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) dari faktor jumlah dan lebar kuakan terhadap produksi resin, sedangkan untuk jenis stimulasi tidak terdapat pengaruh yang nyata. Selain itu, tidak terdapat interaksi antara faktor jumlah dan lebar kuakan serta jenis stimulasi terhadap produksi resin (Lampiran 1).

Berdasarkan Uji Tukey, terdapat perbedaan yang nyata pada produksi resin yang dihasilkan dari perlakuan jumlah dan lebar kuakan (ditampilkan pada Tabel 1). Hal ini sejalan dengan penelitian Cahyono, Prakosa, Yuliantoro, dan Siswo (2011) yaitu adanya perbedaan yang nyata pada hasil produksi resin yang dihasilkan dari modifikasi teknik penyadapan (lebar kuakan: 4, 6, 8, 10, dan 12 cm; jumlah 1 dan 2 kuakan/pohon). Produksi resin yang dihasilkan oleh perlakuan B_{f2}

B_{f3} , dan C_{f3} lebih tinggi dibandingkan A_{f2} (kontrol). Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) menggunakan sistem sadapan kuakan dengan jumlah 2 kuakan/ pohon, lebar 6 cm dan stimulasi F2 (ETRAT), sehingga perlakuan A_{f2} merupakan kontrol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan luas sadapan yang sama belum tentu menghasilkan jumlah produksi resin yang sama. Produksi resin dari perlakuan B_{f2} lebih tinggi dibandingkan B_{f3} , A_{f2} , dan A_{f3} , walaupun keempatnya memiliki luas sadapan yang sama (132 cm^2). Perbedaan produksi resin disebabkan adanya respon pohon yang berbeda untuk lebar dan jumlah sadapan yang berbeda. Pohon dengan jumlah luka sadapan yang lebih banyak dan tersebar dengan ukuran kuakan lebih kecil akan memiliki peluang menghasilkan resin yang lebih banyak dibandingkan dengan sadapan pada dua sisi saja walaupun lebar kuakannya lebih besar. Berdasarkan data penelitian, terdapat variasi hasil resin yang dihasilkan masing-masing kuakan pada setiap pohon. Hal ini dikarenakan saluran resin

Tabel 1 Hasil produksi resin pada masing-masing perlakuan

Table 1 Resin yield production in each treatments

Faktor 1: Lebar dan Σ kuakan/pohon (cm; Σ kuakan)		Faktor 2: Stimulasi		Simbol kombinasi perlakuan (Faktor 1, Faktor 2)	Luas total sadapan/ pohon (cm^2)	Rata-rata resin (g/pohon/panen)
<i>Factor 1:</i> <i>Width and</i> Σ <i>kuare/ tree</i> (<i>cm; \Sigma</i> <i>kuare</i>)		<i>Factor 2:</i> <i>Stimulant</i>		<i>Symbol of</i> <i>treatment</i> <i>combination</i> (<i>Factor 1, Factor</i> <i>2</i>)	<i>Total area of</i> <i>tapped/ tree (cm²)</i>	<i>Resin average</i> (<i>g/ tree/ harvest</i>)
6;2		F2		A_{f2}	132	68,2±38,2 ^b
2;6			B_{f2}	132	102,1±26,9 ^a	
2;4			C_{f2}	88	58,2±9,6 ^b	
2;2			D_{f2}	44	41,8±13,6 ^c	
6;2		F3		A_{f3}	132	67,1±19,1 ^b
2;6			B_{f3}	132	84,7±17,8 ^a	
2;4			C_{f3}	88	70,5±19,1 ^b	
2;2			D_{f3}	44	51,2±17,9 ^c	

Keterangan (Remarks): Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom "rata-rata resin" menunjukkan nilai yang berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ($\alpha=5\%$) (Different *superscript* in the "resin average" column indicates values are significantly different based on *Tukey test* ($\alpha=5\%$))

pada pohon pinus yang tersebar secara tata baur (Pandit & Ramdan, 2002).

Akan tetapi, peningkatan luas sadapan berkorelasi positif terhadap produksi resin ($r = |0,79$). Hasil tersebut sama dengan penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu adanya korelasi positif antara peningkatan luas bidang sadapan dengan produksi resin baik dengan metode kuakan ataupun bor (Cahyono et al., 2011; Sukarno, Hardiyanto, Marsoem, & Naiem, 2013; Lekha & Sharma, 2013). Semakin luas bidang sadapan maka lebih banyak saluran resin yang terpotong sehingga resin yang dihasilkan semakin banyak (Matangaran, 2006; Sukadaryati, 2014).

B. Pengaruh Jenis Stimulansia terhadap Produksi Resin

Lampiran 1 menunjukkan bahwa jenis stimulansia tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi resin berdasarkan ANNOVA ($p > |0,05$). Selain itu, juga tidak terdapat interaksi antara perlakuan lebar kuakan dan jumlah kuakan/pohon dengan perbedaan jenis stimulansia. Akan tetapi, dari hasil rata-rata, perlakuan dengan menggunakan stimulansia F3 menghasilkan produksi resin lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan stimulansia F2, yaitu berturut-turut ($68,4 \pm 13,7$) g/pohon/panen dan ($67,6 \pm 25,4$) g/pohon/panen.

Stimulansia F2 berisi bahan aktif berupa *ethylene* dan asam sitrat. Sedangkan stimulansia F3 merupakan modifikasi dari F2, yaitu adanya asam cuka yang menggantikan asam sitrat. Asam cuka dipilih karena merupakan asam lemah, dan merupakan salah satu senyawa yang diperlukan dalam biosintesis *ethylene* (Wattimena, 1988). Penggunaan asam cuka mampu menggantikan asam sitrat, yang dicirikan dengan hasil produksi resin pada perlakuan F3 lebih tinggi dibandingkan F2, walaupun tidak berbeda nyata.

E tephon, yaitu senyawa *2-diloroethylphosphonic acid* bersifat mudah terurai di dalam air atau jaringan tanaman. Senyawa tersebut akan bercampur dengan cairan sel tanaman dan melepaskan *ethylene* (Lukman, 1995). Menurut Wattimena (1988), *ethylene* merupakan hormon yang berperan untuk merangsang keluarnya resin. Pada tanaman, *ethylene* dapat terbentuk secara alami, akibat pelukaan, kekeringan, polusi udara, gangguan mekanis, dan serangan mikroorganisme

(Kozlowski & Pallardy, 1997). Oleh karena itu, pelukaan yang terus menerus pada pinus, selain dapat membentuk saluran resin traumatis (Pandit & Kurniawan, 2008), juga merangsang pembentukan *ethylene (endogenous)*. *E thylene exogenous* dari stimulansia F2 dan F3 merangsang *ethylene endogenous* di dalam pohon pinus untuk mulai beradaptasi dengan mekanisme metabolisme sekunder.

C. Kelebihan dan Kekurangan Modifikasi Teknik Penyadapan berdasarkan Aspek Ekonomi, Sosial, Ekologi, dan Teknis

Kuakan dengan jumlah 6, lebar 2 cm (perlakuan Bf2 dan Bf3) berdampak pada peningkatan seluruh komponen biaya, yaitu upah penyadap, biaya stimulansia, talang, dan plastik. Namun, dari segi pendapatan, perlakuan Bf2 dan Bf3 menghasilkan keuntungan tertinggi, yaitu Rp 64.078 dan Rp 52.411. Hal ini dikarenakan produksi resin yang dihasilkan dengan jumlah 6 kuakan dan lebar 2 cm lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penggunaan stimulansia F3 membutuhkan biaya stimulansia yang lebih banyak dibandingkan dengan stimulansia F2. Akan tetapi, rata-rata keuntungan pada perlakuan dengan menggunakan stimulansia F3 lebih tinggi dibandingkan dengan stimulansia F2. Perhitungan biaya penyadapan pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Lampiran 2.

Penyadapan yang diterapkan di HPGW sejak dahulu adalah metode kuakan, sehingga dari aspek sosial, mudah diterima dan diadaptasi oleh penyadap. Berdasarkan aspek ekologi, dengan adanya pengurangan ukuran lebar kuakan dari 6 cm menjadi 2 cm, maka dapat mengurangi luka sadapan pada pohon. Hal ini dapat mengurangi potensi terkena hama dan penyakit serta pohon tumbang. Selain itu, dengan memperkecil lebar kuakan diduga akan mempersingkat waktu pemulihan luka sadapan, walaupun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengamati waktu pemulihan luka sadapan tersebut. Jika ukuran sadapan pada pohon dapat dikurangi, maka dapat menghemat bidang sadapan per pohon dan waktu pemulihan luka, yang pada akhirnya penyadapan dapat dilakukan secara berkelanjutan. Berdasarkan wawancara dengan petugas lapangan saat menggunakan alat kadukul ukuran lebar 2 cm, dari aspek teknis tidak ada kesulitan dalam

Tabel 2 Perbandingan aspek ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis
Table 2 Comparations of economical, ecological, social and technical aspects

Perlakuan (Treatments)	Aspek (Aspects)			
	Ekonomi (Economical)	Ekologi (Ecological)	Sosial (Social)	Teknis (Technical)
	Keuntungan (Profit) (Rp)	Kerusakan pohon (Tree Damage) (cm ²)	Penerapan (Applications)	Waktu penyadapan (detik/pohon) (Time of tapping (seconds/tree))
A _{f2}	42.798	132	mudah (<i>easy</i>)	55
B _{f2}	64.078	132	mudah (<i>easy</i>)	143
C _{f2}	36.108	88	mudah (<i>easy</i>)	95
D _{f2}	26.563	44	mudah (<i>easy</i>)	47
A _{f3}	42.055	132	mudah (<i>easy</i>)	55
B _{f3}	52.411	132	mudah (<i>easy</i>)	143
C _{f3}	44.343	88	mudah (<i>easy</i>)	95
D _{f3}	32.858	44	mudah (<i>easy</i>)	47

penggunaan di lapangan serta alat terasa lebih ringan. Akan tetapi, dengan adanya perubahan lebar dan jumlah kuakan, maka waktu kerja penyadapan bertambah, karena penyadap mengeluarkan waktu lebih banyak untuk menyadap dan memanen resin dari pohon satu ke pohon lainnya. Perhitungan waktu penyadapan meliputi waktu pemanenan resin, pelukaan pohon, penyemprotan stimulan, pemasangan plastik penampung resin dan perpindahan antar kuakan dalam satu pohon. Perbandingan aspek ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis dari masing-masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 2.

D. Pemilihan Ukuran dan Jumlah Kuakan serta Stimulan yang Paling Tepat

Pengurangan ukuran lebar kuakan dari 6 cm menjadi 2 cm dengan jumlah 6 kuakan per pohon (perlakuan B_{f2} dan B_{f3}) menghasilkan produksi resin yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A_{f2} dan A_{f3} (lebar 6 cm, jumlah kuakan 2). Luas permukaan luka total sadapan per pohon pada empat perlakuan tersebut adalah sama, yaitu 132 cm², namun menghasilkan produksi resin yang berbeda nyata pada uji Tukey (Tabel 1). Selanjutnya, perlakuan A_{f2} dan A_{f3} menghasilkan

produksi resin yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan C_{f2} dan C_{f3}, walaupun luas total sadapan per pohon berbeda. Oleh karena itu, walaupun dari segi ekonomi, keuntungan tertinggi adalah perlakuan B_{f2} dan B_{f3}, namun secara ekologi lebih baik jika luas luka sadapan per pohon semakin kecil. Produksi resin yang dihasilkan dari perlakuan C_{f3} lebih tinggi dibandingkan perlakuan C_{f2}, walaupun keduanya memiliki luas sadapan per pohon sama. Selain itu, perlakuan C_{f3} juga menghasilkan produksi resin dan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan A_{f2} dan A_{f3}, walaupun luas sadapan per pohon dari perlakuan A_{f2} dan A_{f3} lebih besar dibandingkan C_{f3}. Selanjutnya, perlakuan C_{f3} dipilih karena secara teknis memerlukan waktu kerja lebih sedikit dibandingkan perlakuan B_{f2} dan B_{f3}. Mayoritas penyadap memiliki pekerjaan lain, yaitu bertani setelah menyadap. Apabila waktu kerja bertambah dan mengganggu pekerjaan bertani, penyadap akan enggan mengaplikasikan alternatif perlakuan tersebut. Oleh karena itu, perlakuan C_{f3} merupakan alternatif ukuran, jumlah kuakan, dan jenis stimulan terbaik yang dapat digunakan berdasarkan pertimbangan keempat aspek, yaitu ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis.

IV. KE SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Teknik penyadapan berupa perbedaan jumlah kuakan per pohon dan lebar sadapan berpengaruh nyata terhadap produksi resin. Sedangkan perbedaan jenis stimulasi tidak berpengaruh nyata terhadap produksi resin yang dihasilkan. Selain itu, tidak terdapat interaksi antara teknik penyadapan yaitu perbedaan jumlah kuakan per pohon dan lebar sadapan dengan jenis stimulasi terhadap produksi resin. Modifikasi teknik penyadapan dan stimulasi berpengaruh terhadap biaya penyadapan dan keuntungan yang diperoleh. Perlakuan Cf3 (lebar kuakan 2 cm, jumlah 4 kuakan/pohon, dan stimulasi F3 dengan bahan aktif etepon dan asam asetat) merupakan alternatif terbaik dari pertimbangan aspek ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis.

B. Saran

Perlunya mengimplementasikan pengurangan lebar dan jumlah kuakan di lapangan menjadi lebar 2 cm dan jumlah 4 kuakan per pohon serta menggunakan stimulasi dengan bahan aktif etepon dan asam asetat untuk mengoptimalkan produksi resin atas pertimbangan aspek ekonomi, ekologi, sosial dan teknis.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmosuseno B.S., & Duljapar K. (1996). *Kayu komersil*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Cahyono S.A., Prakosa D., Yuliantoro D., & Siswo. (2011). Produksi resin tusam pada berbagai ukuran dan jumlah kowakan. *Buletin Hasil Hutan*, 17(2), 136–141.
- Darmastuti I.N. (2011). *Pengaruh penggunaan stimulasi organik dan zat pengatur tumbuh (ZPT) terhadap produktivitas penyadapan resin pinus di Hutan Pendidikan Gunung Walat*. (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dulsalam, M.M., Idris, & Tinambunan D. (1998). Produksi dan biaya penyadapan resin tusam dengan sistem bor: Studi kasus di PT Inhutani IV Sumatera Barat. *Buletin*

Penelitian Hasil Hutan, 16(1), 1–16.

- Kozlowzki T.T., & Pallardy S.G. (1997). *Physiology of woody plants*. US: Academic Press.
- Lekha, C. & Sharma, K.R. (2013). Tapping of *Pinus roxburghii* (Chir Pine) for oleoresin in Himachal Pradesh, India. *Advances in Forestry Letter*, 2(3), 51–55.
- Lukman. (1995). Pengaruh penggunaan bahan penutup stimulan yang dikombinasikan dengan sistem sadap HLE terhadap produksi karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 13(1), 11–20.
- Martawijaya A., Kartasujana, I., Kadir K., & Prawira S.A. (2005). *Atlas kayu Indonesia Jilid II*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- Matangaran J.R. (2006). Catatan untuk penyadapan resin pinus. *Duta Rimba*, 1(8), 22–23.
- Matangaran J.R., Santosa G., & Aziz F. (2012). Peningkatan produktivitas resin pinus melalui penggunaan stimulasi cairan jeruk nipis dan lengkuas. *Jurnal Ilmu Teknologi Hasil Hutan*, 5(1), 29–31.
- Pandit I.K.N., & Ramdan H. (2002). *Anatomi kayu: pengantar sifat kayu sebagai bahan baku*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Pandit I.K.N., & Kurniawan D. (2008). *Struktur kayu: Sifat kayu sebagai bahan baku dan ciri diagnostik kayu perdagangan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Perhutani. (2011). Gondorukem jadi bisnis yang menjanjikan. <http://perumperhutani.com/2011/10>. Diakses 1 April 2014.
- Purnawati R.R. (2014). Produktivitas penyadapan resin pinus dengan metode bor tanpa pipa [Skripsi Sarjana]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukadaryati. (2014). Pemanenan resin pinus menggunakan tiga cara penyadapan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(1), 62–70.
- Sukarno A., Hardiyanto E.B., Marsoem S.N., & Naiem M. (2013). Hubungan perbedaan ukuran mata bor terhadap produksi resin *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese. *Journal PAL*, 4(1), 38–42.

- Sumarmadji, Tistama R., & Siswanto. (2004). Protein-protein spesifik yang diinduksi oleh etefon pada beberapa klon tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 22(2), 57–69.
- Wattimena G.A. (1988). *Zat pengatur tumbuh tanaman*. Bogor: IPB Press.

Lampiran 1. Analisis ragam (ANNOVA) terhadap produksi resin

Appendix 1. Analysis of varriance (ANNOVA) on pine production

Sumber variasi (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum square)	Kuadrat Tengah (Mean of square)	F tabel (F- table)	P
Lebar dan jumlah kuakan (Width and number of kuakan)	3	11189	3729,68	7,79*	0,000
Stimulansia (Stimulant)	1	6,2	6,16	0,01	0,910
Interaksi (Interaction)	3	1353,2	451,07	0,94	0,432
Error	32	15311,2	478,48		
Total	39	27859,7			

Lampiran 2. Perhitungan biaya penyadapan

Appendix 2. Cost calculation of tapping

Perlakuan (Treatments)	Produksi resin (Resin production)	Upah penyadap (Tapper wages)	Biaya stimulansia (Cost of stimulant)	Biaya talang (Cost of tins)	Biaya plastik (Cost of plastic)	Pendapatan dari Penjualan resin (Revenue from resin sold)	Keuntungan (Profit)
	(gram)	(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)	
	0	1	2	3	4	5	
A _{f2}	3.410	5.456	196	2.200	500	51.150	42.798
B _{f2}	5.105	8.168	354	2.475	1.500	76.575	64.078
C _{f2}	2.910	4.656	236	1.650	1.000	43.650	36.108
D _{f2}	2.090	3.344	118	825	500	31.350	26.563
A _{f3}	3.355	5.368	202	2.200	500	50.325	42.055
B _{f3}	4.235	6.776	363	2.475	1.500	63.525	52.411
C _{f3}	3.525	5.640	242	1.650	1.000	52.875	44.343
D _{f3}	2.560	4.096	121	825	500	38.400	32.858

Keterangan (Remarks):

- 0 = produksi resin (resin production)
- 1 = upah penyadap (tapper wages)/kg x (0)/1000
- 2 = jumlah penggunaan stimulansia (quantity of stimulant) /1000 x Harga stimulansia (price of stimulant) /liter (litre)
- 3 = jumlah seng talang (quantity of tins) x harga seng talang (price of tins)
- 4 = jumlah plastik (quantity of plastic) x harga plastik (price of plastic)
- 5 = (0) gram/1000 x harga jual resin (price of resin) (Rp/kg)
- 6 = (5) - (1 + 2 + 3 + 4)

Asumsi (Assumption):

- Upah penyadap (tapper wages) = Rp 1.600/kg
- Harga stimulansia (price of stimulant) F2= Rp 3.929/ liter (litre), F3= Rp 4.034/ liter (litre)
- Harga talang kuakan (price of tins) lebar (width) 6 cm= Rp 220/ talang (tins), lebar (width) 2 cm= Rp 82,5/ talang (tins)
- Harga plastik (price of plastic) = Rp 50/ plastik (plastic)
- Harga jual resin (price of resin) = Rp 15.000/ kg

Lampiran 3



Gambar 1. Perlakuan dengan lebar kuakan 2 cm
Figure 1. Treatment with quare width of 2 cm



Gambar 2. Lebar kuakan 2 cm
Figure 2. Width of quare 2 cm



Gambar 3. Lebar kuakan 6 cm
Figure 3. Width of quare 2 cm