

BIBIT SENGON TAHAN PENYAKIT KARAT PURU: BERAPA RUPIAHKAH PETANI HUTAN RAKYAT BERSEDIA MEMBAYAR? (*Gall Rust Disease Resistant Falcataria moluccana Seedling: How Much Are Forestry Farmers Willing to Pay?*)

Evi Irawan

Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. A.Yani, Pabelan, P.O.Box 295, Surakarta, 57102 Indonesia
e-mail: evirawan17@gmail.com

Diterima 20 Januari 2014, direvisi 20 Maret 2014, disetujui 26 Maret 2014

ABSTRACT

*Gene modified (GM) based measures to control gall rust disease infestation to *Falcataria moluccana* are still not applied as one of strategic toolbox of tropical forest disease management. Since the growth and application of biotechnology in the field of forestry is in rapid pace, it is necessary to know to what extent is the acceptance of forestry farmers to GM gall rust resistant *Falcataria moluccana* seedling. This research is aimed at measuring farmers' willingness to pay to GM gall rust resistant *F. moluccana*. The data used in this research were derived from field survey of 117 farmers in Wonosobo Regency in Central Java and collected using dichotomous choice contingent valuation method. The collected data were then analyzed using non-parametric and parametric approach. The results show that mean of farmers' willingness to pay was IDR 1062/seedling by using non-parametric approach and around IDR 1035/seedling to IDR 1075/seedling by using parametric approach. These findings indicate that the majority of farm forestry farmers accept transgenic seedling or, in other words, there is a market for transgenic seedling. Furthermore, the findings can be used as an economic basis in developing transgenic seedling in Indonesia.*

Keywords: Transgenic sengon, willingness to pay, biotechnology, contingent valuation

ABSTRAK

Rekayasa genetika tanaman untuk pengendalian penyakit karat puru pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana*) masih belum banyak diterapkan sebagai salah satu strategi pengendalian penyakit hutan tropis. Mengingat perkembangan pesat di bidang bioteknologi tanaman kehutanan, perlu diketahui sejauh mana penerimaan masyarakat, khususnya petani hutan rakyat terhadap bibit sengon tahan karat puru hasil rekayasa genetika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesediaan membayar petani hutan rakyat sengon terhadap bibit sengon transgenik tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil survei terhadap 117 orang petani hutan rakyat sengon di kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah dengan menggunakan *dichotomous choice contingent valuation method*. Data dianalisis dengan menggunakan pendekatan non-parametrik dan parametrik. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rerata *willingness to pay* (WTP) petani adalah Rp 1062/batang dengan menggunakan pendekatan non-parametrik dan sekitar Rp 1035/batang hingga Rp 1075/batang. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa petani hutan rakyat bersedia menerima bibit sengon transgenik atau dengan dengan kata lain, terdapat peluang pasar bibit sengon transgenik. Temuan yang dihasilkan dalam penelitian dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan bibit sengon transgenik.

Kata kunci: Sengon transgenik, *willingness to pay*, bioteknologi, *contingent valuation*

I. PENDAHULUAN

Penyakit karat puru atau juga dikenal dengan karat tumor (*gall rust*) sampai saat ini masih menjadi permasalahan utama usaha hutan rakyat sengon (*Falcataria moluccana*) di sejumlah tempat di pulau Jawa. Meskipun serangan penyakit tersebut telah diketahui sejak tahun 1996 di pulau Seram, wabah karat puru mulai melanda hutan tanaman sengon di

pulau Jawa pada pertengahan dasawarsa 2000-an (Anggraeni dan Lelana, 2011; Rahayu, 2008). Penyakit tersebut menyerang hampir semua kelompok umur tanaman sengon, tetapi tanaman muda jauh lebih rentan dibandingkan dengan tanaman dewasa (Lestari *et al.*, 2013; Triyogo dan Widiastuti, 2011; Anggraeni dan Lelana, 2011; Anggraeni *et al.*, 2010). Potensi kerugian akibat serangan karat puru diperkirakan mencapai

Rp 2,4 triliun dan menyangkut hajat hidup 1,98 juta rumah tangga tani di pulau Jawa (Anggraeni dan Lelana, 2011; Badan Pusat Statistik, 2004).

Karat puru merupakan penyakit tanaman sengon yang disebabkan oleh jamur *Uromycladium tepperianum* Sacc. McAlpine (*et al.*, 2013; Fatmasari, 2012; Triyogo dan Widiastuti, 2011; Anggraeni dan Lelana, 2011; Anggraeni *et al.*, 2010). Terdapat beberapa cara pengendaliannya, antara lain adalah cara mekanik, kimiawi, biologi dan tindakan silvikultur. Pengendalian dengan cara mekanik dapat dilakukan dengan memangkas bagian tanaman yang terserang penyakit dan menguburnya ke dalam tanah (Anggraeni dan Lelana, 2011; Anggraeni *et al.*, 2010). Cara kimiawi dilakukan dengan pemberian kapur, belerang, dan garam dengan komposisi tertentu pada bagian tanaman yang terserang penyakit (Anggraeni dan Lelana, 2011; Anggraeni *et al.*, 2010). Pengendalian biologi dapat dilakukan dengan introduksi mikroba antagonis atau agensia pengendali hayati. Hasil penelitian Fatmasari (2012) menunjukkan bahwa aplikasi supernatan agensia hayati *T. harzianum* dan *P. fluorescens* P60, efektif mengendalikan penyakit karat puru yang disebabkan oleh jamur *Uromycladium* sp. Beberapa tindakan silvikultur seperti penerapan sistem agroforestri dengan kombinasi tanaman yang tepat, pengaturan jarak tanam yang tepat dan penggunaan pupuk berimbang, juga dapat mengendalikan densitas dan intensitas serangan penyakit karat puru (Anggraeni dan Lelana, 2011; Triyogo dan Widiastuti, 2011). Aplikasi bioteknologi tanaman untuk pengendalian penyakit karat puru hingga saat ini belum banyak diterapkan, meskipun hal tersebut sangat memungkinkan. Penggunaan tanaman transgenik tahan hama dan penyakit saat ini sudah dianggap sebagai salah satu *toolbox* dalam pengendalian hama terpadu (Sorby *et al.*, 2003).

Penggunaan bioteknologi di sektor kehutanan secara umum masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan sektor lain, misalnya sektor pertanian (Sedjo, 2003; 2005). Namun demikian, pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan rekayasa genetika tanaman telah berkembang di beberapa negara (Sedjo, 2005). Di Cina, misalnya, telah dikembangkan tanaman *black poplar* (*Populus nigra*) dengan kandungan gen *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) melalui rekayasa genetika. Penggunaan kapas transgenik dengan kandungan gen *Bt* juga dilaporkan berhasil mengurangi penggunaan

pestisida hingga 65% (Huang *et al.*, 2002). Di Indonesia, rekayasa genetika tanaman sengon juga telah dilakukan. Dengan menyisipkan gen selulase (*PaPopCet1*) dari pohon poplar melalui bakteri *Agrobacterium tumefaciens* dapat meningkatkan produktivitas tanaman sengon sehingga dapat dipanen pada umur 2,5 hingga 3 tahun (Hartati *et al.*, 2009).

Penyakit tanaman, seperti karat puru, merupakan salah satu faktor pembatas produktivitas hutan tanaman rakyat. Epidemi penyakit karat puru, misalnya, salah satunya dipicu oleh penggunaan bibit yang kurang berkualitas (Lestari *et al.*, 2012; Anggraeni dan Lelana, 2011; Anggraeni *et al.*, 2010). Pertumbuhan tanaman kehutanan yang berasal dari bibit berkualitas rendah umumnya lambat dan sangat rentan terhadap serangan penyakit (Adinugraha, 2012). Terlebih lagi, sejumlah petani cenderung melakukan penanaman dengan pola monokultur. Dampak lebih lanjut dari penggunaan bibit berkualitas rendah adalah berupa tingginya risiko kegagalan usaha hutan rakyat.

Meskipun hutan tanaman rakyat pada saat ini telah berkembang pesat di sejumlah tempat di Indonesia, penggunaan bibit unggul tanaman hutan masih jarang dilakukan. Petani umumnya menggunakan bibit buatannya sendiri atau mendapatkannya dari tunas permudaan alam yang mudah ditemui di lahan miliknya atau tempat lain. Di sejumlah tempat tertentu, seperti kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, Ciamis atau Boyolali, bibit sengon dapat diperoleh di pasar dengan harga Rp 400 hingga Rp 1000 setiap batangnya; belum bersertifikat sehingga tidak ada jaminan kualitas.

Semakin meluasnya usaha hutan rakyat di Indonesia pada saat ini membuka peluang pasar bagi bibit unggul tanaman hutan, baik yang dibuat dari benih unggul atau klon-klon unggul maupun hasil modifikasi genetik dengan menggunakan bioteknologi. Keunggulan bibit unggul hasil rekayasa genetika, antara lain, adalah presisi atau ketepatan, dimana gen-gen yang disisipkan pada tanaman memang dirancang sedemikian rupa sehingga hanya untuk mengendalikan hama atau penyakit sasaran dan oleh karena itu, dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi biaya produksi (Cheliak and Rogers, 1990; Bauer, 1997). Selain itu, pengembangan bibit unggul dengan karakteristik tertentu dengan menggunakan bioteknologi jauh lebih cepat direalisasikan

dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional, seperti pemuliaan tanaman, yang biasanya memerlukan waktu hingga puluhan tahun (Mathews and Campbell, 2000). Memang tidak dapat dipungkiri terdapat kekhawatiran terhadap dampak negatif penggunaan bibit hasil rekayasa genetika tersebut. Namun demikian, dengan melihat semakin berkembangnya bioteknologi yang pesat pada saat ini maupun di masa depan, dampak negatif tersebut kemungkinan besar akan dapat diminimumkan (Mathews and Campbell, 2000). Masih rendahnya pasokan bibit unggul tanaman hutan menimbulkan sejumlah pertanyaan, baik dari sisi pemasokan (*supply side*) maupun permintaan (*demand side*). Pertanyaan dari sisi pemasokan mencakup sejumlah hal terkait dengan ketersediaan teknologi perbenihan dan pembibitan, kapasitas produksi, distribusi dan lain-lain. Dari sisi permintaan, pertanyaan yang muncul antara lain adalah besarnya permintaan atau peluang pasar. Tanpa menegasikan faktor-faktor lainnya, peluang pasar salah satunya ditentukan oleh tingkat kesediaan petani dalam membayar bibit unggul tanaman hutan hasil rekayasa genetika. Makalah ini bertujuan untuk mengestimasi *willingness to pay* (WTP) petani hutan rakyat terhadap bibit unggul tanaman hutan, khususnya tanaman sengon yang tahan terhadap penyakit karat puru.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di desa Tempurejo, kecamatan Kalibawang, kabupaten Wonosobo, provinsi Jawa Tengah. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan mempertimbangkan tiga hal, yaitu (1) Desa tersebut merupakan salah satu pusat produksi kayu sengon, (2) Lokasi penelitian termasuk dalam sub-daerah aliran sungai Medono yang merupakan hulu daerah aliran sungai Wawar yang mencakup wilayah kabupaten Wonosobo, Purworejo dan Kebumen oleh karena itu kelestarian kawasan berhutan pada kawasan hulu akan berdampak pada ketiga kabupaten tersebut, dan (3) desa Tempurejo termasuk dalam lingkar dua zona kawasan hijau waduk Wadas Lintang yang berfungsi sebagai pemasok air irigasi lahan-lahan pertanian di kabupaten Purworejo dan Kebumen.

Desa Tempurejo terletak ±25 km sebelah selatan ibukota kabupaten dan merupakan salah satu sentra produksi kayu rakyat, khususnya kayu sengon (*Falcaria moluccana*). Luas wilayah desa adalah ±773,73 ha dengan topografi berbukit. Rerata ketinggian lahan berkisar antara 600 sampai dengan 800 meter di atas permukaan laut. Dari data statistik tahun 2009, penggunaan lahan untuk usahatani lahan kering mencapai 633,605 ha atau 81,89% dari luas wilayah desa. Penggunaan lahan lainnya adalah areal persawahan seluas 49,6 ha (6,41%), pekarangan seluas 28,78 ha (3,72%), kolam perikanan seluas 0,5 ha (0,06%), pemukiman dan fasilitas umum mencapai 21,45 ha (2,77%). Selain itu, wilayah desa Tempurejo juga mencakup kawasan hutan negara pangkuan Perum Perhutani yang luasnya mencapai 39,8 ha. Jumlah penduduk desa pada tahun 2009 adalah 3.921 orang dan 1.101 orang di antaranya bekerja di sektor pertanian, dengan perincian 702 orang bekerja sebagai petani dan 399 orang bekerja sebagai buruh tani (Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo, 2010).

B. Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil dari survei terhadap 117 orang petani hutan rakyat sengon. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode acak sederhana (*simple random sampling method*) dan menggunakan daftar petani hutan rakyat sebanyak ±700 orang petani hutan rakyat sebagai *sampling frame*. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara langsung dengan menggunakan instrumen kuesioner semi-berstruktur.

Kuesioner dirancang dengan berpedoman pada metode penilaian kontingensi dengan pendekatan pilihan dikotomi (*dichotomous choice contingent valuation method*). Keunggulan metode tersebut adalah bahwa responden dihadapkan pada dua pilihan, yaitu 'ya' atau 'tidak', terhadap bibit unggul sengon hasil rekayasa genetika. Hal tersebut mendekati kondisi nyata di pasar, dimana petani dapat menerima atau menolak bibit unggul yang ditawarkan kepadanya. Untuk tujuan tersebut, kuesioner dirancang sedemikian rupa sehingga menghadapkan petani pada pilihan hipotetis atau skenario dengan pertanyaan utama sebagai berikut:

Penyakit karat puru telah menyebar luas di sejumlah tempat di pulau Jawa, tidak terkecuali di kabupaten Wonosobo. Pengendalian penyakit karat

puru dapat dilakukan dengan pencegahan. Salah satunya adalah dengan menanam bibit sengon unggul tahan karat puru. Misalkan saat ini Bapak/Ibu diberi tawaran bibit sengon tersebut dengan kondisi sebagai berikut: (1) tinggi 1 meter, (2) berakar tunjang majemuk, (3) tahan karat puru, (4) bersertifikat Kementerian Kehutanan
bibit sengon tersebut dijual dengan harga: Rp P_{ij}/batang; P_i={500, 750, 1000, 1250, 1500}

Apakah Bapak/Ibu bersedia membelinya?

- a. Ya
- b. Tidak

Harga bibit sengon tersebut diacak secara proporsional sesuai dengan jumlah sampel sedemikian rupa sehingga setiap responden j

dihadapkan pada satu pilihan harga (i) atau secara singkat dapat dituliskan sebagai P_{ij}. Besarnya harga bibit sengon tersebut diperoleh dari diskusi kelompok bersama sejumlah petani dan penyuluh pertanian dan kehutanan setempat sebelum survei dilaksanakan dan diuji melalui survei pendahuluan. Selain data tersebut di atas, data lain yang dikumpulkan melalui survei meliputi karakteristik petani dan keluarganya, rerata belanja bulanan, luas lahan yang dikuasai petani dan rerata jumlah bibit sengon yang pernah dibeli petani. Definisi operasional masing-masing variabel yang digunakan dalam model empiris disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi operasional variabel model empiris
Table 1. Operational definition of variables of empirical model

Variabel (Variable)	Notasi (Notation)	Definisi operasional (Operational definition)	Korelasi yang diharapkan (Expected correlation)
1. Kesediaan membeli	y	Kesediaan petani membeli bibit sengon tahan karat puru sesuai dengan harga penawaran, y=1 jika petani bersedia membeli.	
2. Harga penawaran bibit sengon tahan karat puru	x ₁	Besarnya harga penawaran bibit sengon tahan karat puru (Rp/batang)	-
3. Umur	x ₂	Umur kepala rumah tangga pada saat survei (tahun).	-
4. Pendidikan	x ₃	Lama waktu diperlukan dalam menempuh pendidikan formal (tahun).	+
5. Pekerjaan offfarm	x ₄	x=1 jika petani memiliki pekerjaan off-farm	+
6. Jumlah anggota rumah tangga	x ₅	Banyaknya seluruh anggota rumah tangga termasuk kepala rumah tangga (orang)	-
7. Rerata pendapatan rumah tangga rerata dalam sebulan	x ₆	Rerata pendapatan rumah tangga dalam satu bulan (Rp)	+
8. Keanggotaan dalam kelompok tani hutan rakyat	x ₇	Partisipasi petani dalam keanggotaan kelompok tani hutan rakyat, x=1 jika petani merupakan anggota kelompok tani hutan rakyat	+
9. Penguasaan Lahan	x ₈	Luas lahan keseluruhan yang dikuasai petani, kecuali pekarangan (m ²)	+

C. Analisis Data

Estimasi atau penaksiran nilai *willingness to pay* (WTP) petani terhadap bibit sengon tahan karat puru dilakukan dengan menggunakan pendekatan non-parametrik dan parametrik. Pendekatan non-parametrik dilakukan dengan menggunakan estimator *Turnbull distribution-free*. Estimator

tersebut dikembangkan pertama kali oleh Turnbull (1976) dan kemudian dikembangkan dan diadaptasikan lebih lanjut untuk kepentingan estimasi WTP oleh Kriström (1990) and Haab and McConnell (2002). Asumsi dasar yang digunakan adalah bahwa WTP seorang responden besarnya tidak kurang dari harga yang ditawarkan, jika

responden tersebut menyetujui atau menjawab “ya” atas harga yang ditawarkan tersebut. Estimasi WTP dengan pendekatan non-parametrik mengikuti prosedur yang disarankan Haab and McConnel (2002) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Untuk setiap harga bibit yang ditawarkan (B_j) dan indeks $j = 1, \dots, m$, nilai probabilitas $F_j = \Pr(WTP \leq 0) = N_j/T_j$, dimana N_j adalah jumlah responden yang menjawab “tidak” atas harga bibit yang ditawarkan (B_j) dan T_j jumlah total responden dengan tawaran harga bibit pada tingkat B_j . Dengan kata lain, T_j adalah jumlah dari responden yang menjawab “ya” dan “tidak” pada tingkat harga tawaran B_j .
2. Dimulai dari $j=1$, bandingkan nilai F_j dengan F_{j+1} .
3. Jika nilai $F_{j+1} > F_j$, maka perhitungan dilanjutkan dan Jika $F_{j+1} < F_j$, maka sel j dan $j+1$ dikelompokkan pada satu sel batasan (B_j, B_{j+2}) dan nilai $F_j^* = (N_j + N_{j+1})/T_j + T_{j+1}) = N_j^*/T_j^*$. Hal tersebut mengeliminasi tawaran harga bibit B_{j+1} dan menggabungkannya jumlah responden ke harga bibit B_j .
4. Perhitungan tersebut dilakukan hingga mencapai suatu deret nilai fungsi distribusi kumulatif (*cummulative distribution function*, CDF) yang meningkat secara monotonik dan kemudian tetapkan $F_{m+1}^* = 1$.
5. Nilai f_j^* kemudian dihitung berdasarkan selisih antara F_j^* dan F_{j-1}^* atau secara ringkas $f_j^* = F_j^* - F_{j-1}^*$.
6. Nilai estimasi dapat dihitung dengan formulasi $WTP_{Turnbull} = \sum_{j=0}^m B_j \times f_{j+1}^*$.

Pendekatan parametrik untuk mengestimasi nilai WTP dilakukan dengan menggunakan model probit dan logit. Kedua model tersebut pada prinsipnya memiliki kemiripan. Perbedaanya hanya terletak asumsi distribusi galatnya, dimana model probit mengasumsikan bahwa distribusi galat diasumsikan normal, sedangkan pada model logit diasumsikan mengikuti bentuk distribusi logistik (Maddala, 1983; Verbeek, 2000; Greene, 2003).

Untuk kepentingan estimasi nilai WTP dengan menggunakan pendekatan parametrik, pada penelitian ini seorang petani hutan rakyat sengon i memiliki utilitas yang secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$u_{ij} = u_i(y_i, z_i, \varepsilon_{ij}) = v_{ij}(y_i, z_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

y_i merepresentasikan pendapatan petani, z_i vektor variabel bebas yang menggambarkan karakteristik

petani dan ε_i adalah galat. Utilitas petani i pada $j = 0$ menggambarkan kondisi *status quo* dan $j = 1$ pada adalah kondisi ketika petani i menggunakan bibit sengon tahan karat puru. Petani i akan bersedia membeli bibit sengon ($\Pr(beli_i = 1)$) tahan karat puru pada harga t , jika

$$\Pr(beli_i = 1) = \Pr\{u_{ii}(y_i - t_i, z_i) + \varepsilon_{ii} > u_{i0}(y_i, z_i) + \varepsilon_{i0}\} \quad (2)$$

Galat pada persamaan (2) dapat dituliskan sebagai $\varepsilon_i = \varepsilon_{ii} - \varepsilon_{i0}$ dan selanjutnya persamaan (2) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Pr(beli_i = 1) = 1 - F_\varepsilon[-(v_{ii}(y_i - t_i, z_i) - v_{i0}(y_i, z_i))] \quad (3)$$

$F_\varepsilon(a)$ adalah probabilitas variabel random ε (galat) kurang dari a . Jika spesifikasi fungsi utilitas petani diasumsikan linier, yakni $v_{ij} = \alpha_j z_i + \beta_j y_i$, dan $\beta_0 = \beta_1 = \beta$, maka persamaan (3) dapat dispesifikasi menjadi:

$$\Pr(beli_i = 1) = \Pr(\alpha z_i - \beta t_i + \varepsilon_i > 0) \quad (4)$$

Jika diasumsikan bahwa $\varepsilon_i \sim N(0,1)$ dan $\theta = \varepsilon/\sigma \sim N(0,1)$, maka persamaan (4) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Pr(beli_i = 1 | z_i) = \Pr(\varepsilon_i < \alpha z_i - \beta t_i) = \Pr\left(\theta < \frac{\alpha z_i - \beta t_i}{\sigma}\right) = \psi\left(\frac{\alpha z_i - \beta t_i}{\sigma}\right) \quad (5)$$

ψ adalah *cumulative standard normal*. Persamaan (5) merupakan model probit. Pada model logit, persamaan (5) dapat dimodifikasi dengan mengasumsikan bahwa ψ merupakan distribusi logistik, maka

$$\Pr(beli_i = 1 | z_i) = \left[1 + \exp\left(\frac{\beta t_i - \alpha z_i}{\sigma}\right)\right]^{-1} \quad (6)$$

Baik model probit dan logit nilai WTP kemudian dapat dihitung dengan menggunakan formulasi:

$$E_\varepsilon(WTP_i | \alpha, \beta, z_i) = \frac{\alpha z_i}{\beta} \quad (7).$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Usaha Hutan Rakyat di Desa Tempurejo

Usaha hutan rakyat sengon di desa Tempurejo pada saat ini dapat dikategorikan sebagai usaha semi komersial. Sebagian besar hasil kayu dijual dan hanya sebagian kecil diantaranya digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, khususnya kayu bakar, kayu perkakas atau pertukangan. Pengguna utama kayu hutan rakyat adalah industri pengolahan kayu yang banyak terdapat di kabupaten Wonosobo. Rantai pemasaran kayu

umumnya melibatkan pengempul atau tengkulak kayu. Harga kayu sengon saat ini cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri pengolahan kayu dan hal tersebut menjadi insentif bagi petani untuk terus mengusahakan tanaman sengon. Bagi sebagian besar masyarakat desa hasil kayu hutan rakyat merupakan salah satu sumber pendapatan utama.

Pengusahaan tanaman sengon umumnya menggunakan sistem wanatani (*agroforestry*). Lahan di bawah tegakan digunakan untuk budidaya kopi, cabe, kapulaga dan talas. Tanaman bawah tegakan tersebut biasanya merupakan salah satu sumber pendapatan utama sebelum tanaman kayu bisa dipanen. Kayu sengon biasanya dipanen ketika umurnya telah mencapai lima tahun atau lebih. Namun demikian, tidak sedikit petani yang mengijinkan tanaman sengon sebelum masa panen tiba, khususnya ketika mereka dihadapkan pada kebutuhan keuangan mendesak, seperti hajatan, biaya sekolah dan lain-lain. Survei yang dilakukan Irawan (2011) menunjukkan bahwa terdapat tiga bentuk pemanenan kayu hutan rakyat yang berkembang di masyarakat, yaitu sistem tebang habis, sistem tebang pilih dan sistem tebang butuh. Sebagian besar petani umumnya menerapkan sistem tebang butuh.

Tanaman sengon yang dikembangkan pada usaha hutan rakyat umumnya berasal dari bibit sengon yang dibeli di pasar atau tempat-tempat pembibitan. Lebih dari 95% petani membeli bibit dengan harga rata-rata Rp 500/batang. Bibit tersebut tidak bersertifikat dan tidak pula diketahui asal sumber benihnya. Petani pada umumnya membeli bibit yang penampakan visualnya sehat dengan ketinggian sekitar satu meter. Jumlah bibit yang dibeli sangat bervariasi tergantung pada luas lahan yang dicadangkan petani untuk usaha hutan rakyat. Secara rata-rata petani sengon di desa Tempurejo membeli bibit sebanyak 100 hingga 500 batang setiap tahunnya.

Serangan penyakit karat puru mulai terjadi di desa Tempurejo sekitar tahun 2006. Tidak ada satu pun petani yang mengetahui asal mula penyakit tersebut. Namun demikian, beberapa petani menduga awal penyebaran penyakit tersebut berasal dari hutan tanaman sengon yang berada di dalam kawasan hutan Perum Perhutani. Pada saat penelitian dilakukan lebih dari 30% tanaman sengon yang ada di desa tersebut terserang penyakit

karat puru. Serangan paling parah terjadi pada tanaman sengon yang berusia muda. Untuk mengatasi hal tersebut, sejumlah petani telah melakukan beberapa cara mekanik, yakni dengan menebang bagian tanaman yang terserang penyakit. Aplikasi teknologi yang ditawarkan Kementerian Kehutanan dengan menggunakan kapur, garam dan belerang tidak banyak dilakukan petani karena membutuhkan banyak tenaga kerja serta kurang efektif dalam mengendalikan penyakit.

Karakteristik umum petani hutan rakyat di desa Tempurejo secara rerata adalah berumur lebih dari 40 tahun, berpendidikan setingkat sekolah dasar (SD), dan lebih dari 40% diantaranya memiliki pekerjaan *off-farm*, seperti pedagang, buruh tani dan tukang ojek. Jumlah rerata anggota rumah tangga petani adalah 4 atau 5 orang. Pengeluaran rerata bulanan setiap rumah tangga adalah berkisar antara lebih dari Rp 860.000,- sampai dengan kurang dari Rp 880.000,-. Setiap rumah tangga petani responden secara rerata menguasai lahan seluas lebih dari 0,8 ha. Usaha hutan rakyat sengon di desa tersebut dikelola secara tradisional. Petani hutan rakyat umumnya mengusahakan tanaman sengon pada lahan seluas kurang dari satu hektar.

B. Estimasi Non-Parametrik

Survei yang dilakukan pada penelitian ini menawarkan kepada petani suatu bibit sengon tahan penyakit karat puru. Penawaran tersebut bersifat hipotetik, sehingga hasil survei tersebut merupakan estimasi *ex-ante* kesediaan petani membeli bibit sengon yang ditawarkan. Dari 117 orang responden, 57 orang menolak tawaran bibit dengan alasan bervariasi. Beberapa alasan yang dikemukakan petani antara lain adalah (1) harga bibit terlalu mahal (49%), (2) serangan karat puru hanya bersifat sementara (30%), (3) akan beralih ke tanaman lain (10%), (4) cara pengendalian yang dilakukannya saat ini sudah efektif (6%), dan (5) tanaman sengon yang terserang karat puru dengan sendirinya akan kebal terhadap penyakit tersebut.

Hal pertama yang perlu dilakukan dalam penghitungan WTP petani adalah mencermati nilai F_j^* untuk melihat apakah peningkatan nilai F_j^* terjadi secara monotonik atau tidak. Karena nilai F_j^* meningkat secara monotonik, maka nilai F_j^* dapat langsung dilakukan tanpa melalui penyesuaian. Hasil perhitungan WTP bibit sengon

tahan karat puru adalah sebesar Rp 1062,008/batang atau dapat dibulatkan menjadi Rp 1062,00/

batang. Nilai tersebut lebih besar 58% dari rerata harga bibit yang dibeli petani selama ini.

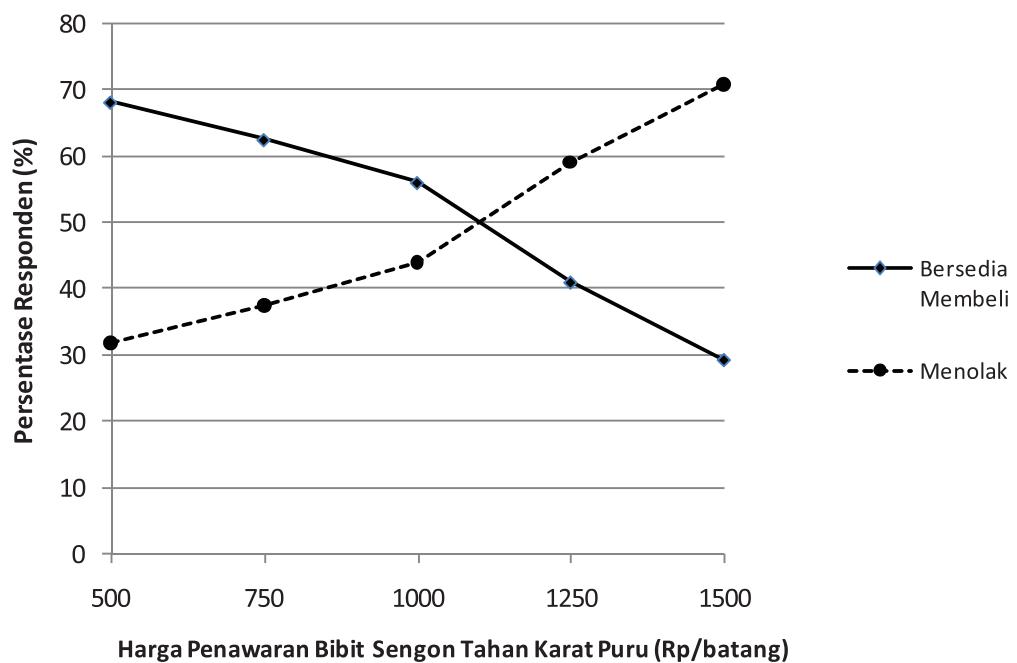
Tabel 2. Hasil Estimasi WTP dengan Pendekatan *Turnbull Distribution-Free*
Table 2. Estimated WTP using *Turnbull Distribution-Free Approach*

Harga Penawaran (Rp/batang) (Bid (Rp/seedling))	Jumlah Responden yang Menolak (N_i) (Number of "No" Response Respondents)	Jumlah Keseluruhan Responden (T_i) (Number of Total Respondents)	F_i^*	f_i^*	Nilai Kesediaan Membeli (Rp/batang) (Willingness to Pay (WTP) (Rp/Seedling))
0	0	0	0	0	
500	7	22	0.318	0.318	0
750	9	24	0.375	0.057	28.409
1000	11	25	0.440	0.383	287.386
1250	13	22	0.591	0.216	161.932
1500	17	24	0.708	0.117	146.780
1500+			1.000	0.292	437.500
Rerata Nilai WTP					1062.008

C. Estimasi Parametrik

Estimasi parametrik dilakukan dengan menggunakan model probit dan logit. Untuk kepenting-

an analisis digunakan empat model dengan spesifikasi seperti tercantum pada Tabel 3. Model dasar, yakni model ke-satu dan ke-dua, hanya mencakup variabel harga bibit sengon tahan karat puru.



Gambar 1. Persentase jumlah responden yang bersedia membeli dan yang menolak.
Figure 1. Percentage of number of respondent who was willing and refusing to buy.

Tabel 3. Hasil estimasi model Probit dan Logit

Table 3. Estimates of Probit and Logit model

Variabel bebas (Independent Variable)	Model 1 (Probit)	Model 2 (Logit)	Model 3 (Probit)	Model 4 (Logit)
x ₁	-0.00104** (-3.02)	-0.00168** (-2.96)	-0.00242*** (-4.47)	-0.00411*** (-4.26)
x ₂			-0.0102 (-0.57)	-0.0182 (-0.57)
x ₃			-0.017 (-0.21)	-0.0331 (-0.23)
x ₄			0.137 -0.44	0.31 -0.56
x ₅			-0.104 (-0.77)	-0.19 (-0.81)
x ₆			0.00000355*** -5.18	0.00000673*** -4.64
x ₇			0.0616 -0.19	0.115 -0.21
x ₈			-0.0000209 (-0.80)	-0.000041 (-0.88)
Konstanta	1.080** -2.95	1.745** -2.89	0.495 -0.45	0.425 -0.22
N	117	117	117	117
pseudo R ²	0.058	0.058	0.401	0.408
Log-likelihood	-76.34	-76.34	-48.56	-47.99
chi ²	9.442	9.449	65	66.13
df_m	1	1	8	8

Keterangan (Remarks) : Nilai t statistik di dalam kurung (*t statistics in parentheses*)

Tanda bintang mengindikasikan tingkat signifikansi: **p<0.01, *** p<0.001 (Star mark indicating significance: **p<0.01, *** p<0.001)

Sebelum dilakukan estimasi dengan prosedur probit dan logit, semua variabel yang digunakan dalam model empiris diuji kemungkinan adanya multikolinieritas variabel independen dengan menghitung nilai *variance inflation factor* (VIF). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rerata VIF

adalah sebesar 1.27 yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat masalah multikolinieritas antar variabel dan oleh karena itu, variabel-variabel tersebut dapat digunakan dalam model empiris (Lihat Tabel 3). Pada model probit, yakni model 1 dan 3, juga dilakukan uji normalitas galat yang

Tabel 4. Nilai rerata WTP petani sengon
Table 4. Mean value of sengon farmers' WTP

WTP	Non-Parametrik <i>Turnbull Distribution-Free</i>	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Nilai WTP (Rp/batang)	1062.008	1035.084	1037.307	1056.043	1074.215

merupakan asumsi dasar model probit. Uji normalitas galat dilakukan dengan menggunakan *Langrange Multiplier Test* (LM Test). Hasil uji normalitas pada model probit 1 dan 3 berturut-turut menunjukkan bahwa nilai $\chi^2(2) = 0,3127$ dengan nilai probabilitas $>\chi^2 = 0,8553$ dan $\chi^2(2) = 0,3606$ dengan nilai probabilitas $>\chi^2 = 0,8350$. Kedua uji tersebut mengindikasikan bahwa galat pada model probit 1 dan 3 berdistribusi normal.

Distribusi jumlah petani hutan rakyat (responden) yang bersedia dan menolak membeli bibit sengon tahan karat puru yang ditawarkan dipaparkan pada Gambar 1. Pada harga Rp 500/batang jumlah responden yang bersedia membeli mencapai hampir 70% dari total responden yang diberi tawaran pada tingkat harga tersebut. Persentase jumlah responden kemudian menurun seiring dengan peningkatan harga tawaran bibit. Hal ini sesuai dengan teori dasar permintaan yang maktub dalam teori ekonomi mikro (Varian, 2002).

Untuk menghitung nilai WTP petani sengon terhadap bibit tahan karat puru, terlebih dahulu dilakukan estimasi atas model empiris dengan menggunakan estimator probit dan logit. Hasil estimasi dipaparkan pada Tabel 3.

Seluruh model probit dan logit yang dipaparkan pada Tabel 3 telah lolos uji spesifikasi model, dilihat dari p-value χ^2 model yang lebih kecil dari 1%. Dengan demikian, model tersebut dapat digunakan untuk menghitung nilai WTP. Pada model 1 dan 2, harga penawaran bibit (x_1) signifikan secara statistik pada tingkat 1% dan memiliki tanda negatif sesuai yang diharapkan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kesediaan petani dalam membeli bibit sengon tahan karat puru menurun seiring dengan naiknya harga jual.

Pada model 3 dan 4, harga penawaran bibit (x_1) dan pendapatan rumah tangga (x_6) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesediaan petani dalam membeli bibit sengon tahan karat puru. Ditinjau dari tanda pada koefisien terlihat bahwa harga penawaran bertanda negatif sesuai dengan

yang diharapkan dan sama dengan hasil estimasi pada model 1 dan 2. Koefisien variabel x_6 , sementara itu, bertanda positif baik pada model 3 dan 4, yang mengindikasikan bahwa besarnya pendapatan rumah tangga petani berpengaruh positif terhadap kesediaan petani dalam membeli bibit sengon tahan karat puru. Variabel-variabel lainnya tidak signifikan secara statistik. Namun demikian, variabel tersebut masih dapat digunakan dalam perhitungan WTP (Haab dan McConnell, 2002).

Nilai WTP petani sengon terhadap bibit sengon tahan karat puru dihitung dengan menggunakan formulasi seperti yang diterangkan pada subbab analisis data. Dalam hal ini, nilai WTP dihitung dari nilai rerata variabel-variabel yang termasuk dalam model empiris dan dikalikan dengan nilai koefisien dari masing-masing variabel ditambah dengan nilai konstanta. Jumlah dari perkalian tersebut kemudian dibagi dengan nilai koefisien dari variabel harga penawaran bibit (x_1). Hasil dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa nilai WTP dengan menggunakan model probit dan logit tidak berbeda nyata (lihat Tabel 4). Nilai rerata WTP berkisar antara Rp 1.035/batang hingga Rp 1075/batang. Jika dibandingkan harga rerata bibit yang dibeli petani pada saat penelitian ini dilakukan, yakni Rp 600/batang, maka nilai WTP petani sengon tersebut lebih besar sekitar 72,5% hingga 79,17%. Hal ini mengindikasikan bahwa petani sengon bersedia memberikan harga premium atas bibit sengon tahan karat puru.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akseptasi petani hutan rakyat terhadap bibit tanaman sengon tahan karat puru hasil rekayasa genetika terlihat sangat positif. Dari 117 orang petani hutan rakyat yang terpilih sebagai responden, lebih dari 51% diantaranya bersedia menerima kehadirannya di pasar dan bahkan

bersedia membeli dengan rentang harga bervariasi. Hasil estimasi nilai rerata WTP petani atas bibit sengon transgenik tahan karat puru adalah berkisar antara Rp 1.035 /batang hingga Rp 1.075/ batang. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara estimasi dengan menggunakan pendekatan non-parametrik maupun parametrik. Demikian juga, dengan hasil estimasi rerata yang dihasilkan dari model empiris dengan estimator probit dan logit tidak terdapat perbedaan nyata.

Model empiris ekonometrik juga memberikan informasi bahwa kesediaan petani membeli bibit sengon transgenik tahan karat puru dipengaruhi oleh harga bibit tersebut dan pendapatan rerata bulanan rumah tangga tani. Semakin tinggi harga bibit, cenderung menurunkan kesediaan petani untuk membeli. Sebaliknya, kesediaan petani untuk membeli bibit sengon transgenik cenderung meningkat seiring dengan peningkatan pendapatan bulanan rumah tangga.

Temuan yang dihasilkan dalam penelitian ini merupakan indikasi awal adanya pasar bagi bibit transgenik tanaman hutan, khususnya sengon, di kalangan petani dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pengembangan bibit unggul di sektor kehutanan. Merujuk pada perkembangan bioteknologi, baik di Indonesia maupun di sejumlah negara, pengembangan bibit sengon tahan karat puru kemungkinan besar tidak banyak menghadapi kendala teknologi. Untuk lebih mendapatkan informasi yang komprehensif, penelitian ini perlu ditindaklanjuti dengan penelitian-penelitian lainnya, seperti analisis risiko penggunaan tanaman sengon transgenik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A. (2012). Pengaruh penyemaian dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan bibit mahoni daun lebar. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 6 (1), 1-10.
- Anggraeni, I., Dendang, B., & Lelana, N. E. (2010). Pengendalian penyakit karat tumor (*Uromycladium tepperianum* (Sacc.) Mc. Alpin) pada sengon (*Falcatoria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) di Panjalu Kabupaten Ciamis Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 7 (5), 273-278.
- Anggraeni, I., & Lelana, N. E. (2011). *Penyakit karat puru pada sengon*. In B. T. H. Tapa Darma, C. Nugroho Sulistyo Priyono (Eds.). Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Badan Pusat Statistik. (2004). *Sensus pertanian 2003*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo. (2010). *Wonosobo dalam angka tahun 2009*. Wonosobo: Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo.
- Bauer, L. S. (1997). Fiber farming with insecticidal trees. *Journal of Forestry* 95 (3), 20-23.
- Fatmasari, A. (2012). *Potensi supernatan agensi hayati dalam mengendalikan penyakit karat puru pada bibit tanaman albasia*, (Tesis). Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Eaglewood Cliffs, USA: Prentice Hall.
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). *Valuing environmental and natural resources: The econometrics of non-market valuation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Hartati, N. S., Rahayuningsih, L., Kaida, R., Sudarmonowati, E., & Hayashi, T. (2009). Overexpression xyloglucanase gene insengon (*Paraserianthes falcataria*) for growth acceleration. *Journal of Biotechnology Research in Tropical Region* 2 (1), 1-4.
- Huang, J., Rozelle, S., Pray, C., & Wang, Q. (2002). Plant biotechnology in China. *Science* 295, 674-677.
- Irawan, E. (2011). Nilai ekonomi hutan rakyat untuk penyerapan emisi karbon. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 8 (1), 54-70.
- Kriström, B. (1990). A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land Economics* 66 (2), 135139.
- Lestari, P., Rahayu, S., & Widiyatno. (2013). Dynamics of gall rust disease on sengon (*Falcatoria moluccana*) in various agroforestry patterns. *Procedia Environmental Sciences* 17, 167-171.

- Maddala, G. S. (1983). *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Mathews, J. H., & Campbell, M.M. (2000). The advantages and disadvantages of the application of genetic engineering to forest trees: a discussion. *Forestry* 73 (4), 371-380.
- Rahayu, S. (2008). *Penyakit karat puru pada sengon*. Paper presented at the Workshop Penanggulangan Serangan Karat Puru pada Tanaman Sengon, Yogyakarta.
- Sedjo, R. A. (2003). Biotech and planted trees: some economic and regulatory issues. *AgBioForum* 6 (3), 113-119.
- Sedjo, R. A. (2005). Will developing countries be the early adopters of genetically engineered forests? *AgBioForum* 8 (4), 205-212.
- Sorby, K., Fleischer, G., & Pehu, E. (2003). *Integrated pest management in development: review of trends and implementation strategies*. Agriculture & Rural Development Working Paper 5. Washington D.C.: World Bank.
- Triyogo, A., & Widiastuti, S. M. (2012). Peran serangga sebagai vektor penyakit karat puru pada sengon (*Albizia falcataria* L. Fosberg). *Jurnal Agronomi Indonesia* 40 (1), 77-82.
- Turnbull, B. (1976). The empirical distribution function with arbitrarily grouped, censored, and truncated data, *Journal of the Royal Statistical Society* 38 (3):290-295.
- Varian, H. (2002). *Intermediate Microeconomics: A modern approach* (6 ed.). New York, USA: W.W. Norton and Company.
- Verbeek, M. (2000). *A guide to modern econometrics*. Sussex, United Kingdom: John Wiley and Sons.