

This file has been cleaned of potential threats.

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

e3fd986724a5dc27f9a4adcf824ebce36a76ef30f91e88ae685a2802a33bcb3b

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



Website : <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPKS>

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera. Vo. 1. No. 1. (2017) 10 - 21
eISSN 2581-270X pISSN 2598-0572



Model Penduga Produktivitas Getah Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana* J.J. SM) di Sumatera Utara

(Estimation models for incense resin productivity (*Styrax sumatrana* J.J. SM) in North Sumatra)

Aswandi Anas^{1*}, Cut Rizlani Kholibrina¹

¹Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli Kementerian Kehutanan
Kampus Kehutanan Aek Nauli. Jl. Raya Parapat Km 10,5 Sibaganding, Parapat Simalungun
Sumatera Utara

*Email: andiasw@yahoo.com

Article History:

Received 17 February 2017; Received in revised from 31 July 2017

Accepted 10 August 2017; Available online since 30 Sept 2017

ABSTRAK

Semakin luasnya bekas luka penyadapan sejalan usia pengelolaan dan pertumbuhan *Styrax sumatrana* perlu ditelaah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas getah kemenyan. Model pendugaan produktivitas getah disusun berdasarkan keterkaitan antar berbagai variabel tegakan seperti diameter, tinggi, umur tegakan dan intensitas penyadapan terhadap getah kemenyan yang dihasilkan. Sebanyak 50 pohon contoh berdiameter 20-30 cm berumur 15-20 tahun diukur pada hutan rakyat kemenyan di Humbang Hasundutan Sumatera Utara. Berdasarkan uji validasi, hanya luas bidang penyadapan produktif yang dapat menggambarkan ragam produktivitas getah dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Interaksi diameter dan luas bidang penyadapan produktif meningkatkan ketelitian pendugaan produktivitas getah kemenyan. Luas bidang penyadapan produktif merupakan proporsi permukaan batang pohon kemenyan yang dapat disadap akibat akumulasi penambahan luka sadap.

Kata kunci: Area produktif penyadapan, bekas luka, diameter, tinggi, umur

ABSTRAK

*Kemenyan is a main non-timber forest product in the Lake Toba Catchment Area, North Sumatra. However, the estimating tool for productivity resin from the *Styrax sumatrana* tree is limited. Currently, most of incense trees managed by the community in the region are old, so the increases of tapping scars on the trunk needs to be studied in order to determine their effect on resin productivity. This study was aims to construct the estimation models for resin productivity of *S. sumatrana* in Tapanuli, North Sumatra. The models were formulated based on the relationship between various stand variables such as diameter, height, age and tapping intensity on incense production. A total of 50 tree samples of 20-30 cm diameter and 15 to 20 years old in the community forests in Humbang Hasundutan were measured and tapped. The tapping was conducted on an area 20 cm x 100 cm on the trunk. All resin contained in tapping holes collected*

and weighed. Based on validation test, only the productive tapping area can illustrate the variance of resin productivity with a high accuracy level. The interaction of diameter and level of the productive tapping area could improve the estimating accuracy. The productive tapping area was the proportion of the trunk surface that would be tapped due to the accumulation of additional new tapping scars. The area is getting less on older tree, the consequence would be the need for replanting to replace the unproductive trees.

Keywords: *Productive tapping area, tapping scars, diameter, height, age*

I. PENDAHULUAN

Getah kemenyan merupakan salah satu komoditas unggulan di sekitar Danau Toba, Sumatera Utara. Sejak abad ke-17, hasil hutan bukan kayu ini telah dibudidayakan dan memberikan kontribusi sebesar 70-75% bagi perekonomian rumah tangga petani di Tapanuli Utara dan Humbang Hasundutan (Sianipar dan Simanjuntak, 2000). Luas hutan kemenyan di Sumatera Utara tercatat 23.017,42 ha dengan produksi mencapai 4.978,48 ton/tahun (BPS Provinsi Sumatera Utara, 2013). Kapasitas produksi kemenyan dari wilayah ini baru dapat memenuhi 5,41% permintaan getah kemenyan dunia yang mencapai 92.000 ton/tahun (Lemenih dan Kassa, 2011).

Dengan sejarah budidaya yang mengakar serta fakta bahwa penyadapan kemenyan telah menjadi mata pencaharian utama masyarakat, komoditas kemenyan memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan di dataran tinggi Danau Toba dan sekitarnya. Akan tetapi, dalam dekade terakhir terdapat kecenderungan penurunan produktivitas getah kemenyan. Pada tahun 2008, produktivitas kemenyan masih sekitar 309,20 kg/ha, turun menjadi 222,87 kg/ha pada tahun 2009 (Dinas Pertanian Humbahas, 2009). Nilai ini jauh menurun dari produktivitas tahun 1998 yakni sebesar 2,7-3,5 ton/ha, (Jayusman *et al.*, 2003).

Berbagai faktor ditengarai merupakan penyebab terjadinya penurunan produktivitas resin kemenyan. Teknik budidaya intensif dengan penggunaan bibit unggul yang masih terbatas, kemampuan regenerasi alami yang rendah mengakibatkan sebagian besar pohon

yang dipelihara telah berumur tua. Konversi hutan kemenyan menjadi areal peruntukan lain serta kerusakan hutan lainnya mengakibatkan populasi pohon kemenyan semakin menurun (Kholibrina, 2012). Berbagai gangguan ini mengakibatkan penurunan luas hutan kemenyan rakyat di Tapanuli Utara dari 21.119 ha pada tahun 1990 menjadi 17.299 ha pada tahun 1993 dan 16.359 ha pada tahun 2008 (BPS Provinsi Sumatera Utara, 2008). Pohon-pohon kemenyan yang semakin tua juga memiliki produktivitas yang semakin menurun (Kholibrina, 2012; 2013). Pohon-pohon tersebut memiliki luka bekas penyadapan yang semakin luas, sehingga penambahan titik penyadapan baru menjadi terbatas. Namun, pengaruh penyadapan ini terhadap pertumbuhan dan produktivitas getah kemenyan belum banyak diketahui. Bahkan, perangkat pendugaan produktivitas resin dari pohon *S. sumatrana* ini saat ini belum tersedia.

Sebagaimana halnya produksi hasil kayu, perangkat pendugaan hasil pada pengelolaan hasil hutan bukan kayu juga memiliki peran kunci dalam perencanaan pengelolaan secara lestari (Tilahun *et al.*, 2012; Lemenih dan Kassa, 2011; Calama *et al.*, 2010; do Valle *et al.*, 2007; Lemenih *et al.*, 2007). Pendugaan produktivitas resin diperlukan untuk mengetahui proyeksi hasil serta pemilihan teknik silvikultur dan pemanenan yang tepat bagi jenis ini. Hal ini pada akhirnya akan bermuara pada efektivitas kegiatan pengelolaan hutan kemenyan yang dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model pendugaan produktivitas kemenyan toba (*S. sumatrana*) dengan menganalisa keterkaitan antar berbagai variabel tegakan seperti diameter, tinggi, umur tegakan dan intensitas penyadapan terhadap getah kemenyan yang dihasilkan. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat menjadi bahan rekomendasi penyusunan strategi pengelolaan hasil hutan bukan kayu kemenyan secara lestari.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tegakan hutan kemenyan rakyat yang terdapat di Desa Aek Nauli Kecamatan Pollung Kabupaten Humbang Hasundutan. Secara umum tegakan kemenyan di daerah ini pada ketinggian tempat 1.458-1.466 mdpl dengan suhu udara pada siang hari berkisar 22,15-26,47°C dan kelembaban 76,47-80,71%. Pengumpulan data dilaksanakan pada tahun 2013-2014.

B. Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah pohon kemenyan toba yang memiliki diameter setinggi dada (dbh) 20-35 cm yang telah berumur 15-20 tahun. Peralatan yang digunakan adalah pita diameter, *Haga hypsometer*, pisau sadap (guris), pisau pembersih kulit batang kemenyan, pisah pemisah getah dari kulit, kantong plastik, timbangan elektrik, alat tulis serta komputer dengan perangkat lunak pengolah data statistika *Minitab for Windows*.

C. Metode Penelitian

1. Pemilihan Pohon Contoh

Sebanyak 50 pohon kemenyan toba berdiameter 20-30 cm dipilih secara sengaja dengan kriteria pohon sehat dan memiliki bentuk batang dan tajuk yang normal. Semua pohon tersebut berada dalam satu hamparan, sehingga diperkirakan memiliki produktivitas tapak yang sama. Pohon-pohon contoh tersebut sebelumnya telah disadap pada periode pemanenan sebelumnya oleh petani

kemenyan. Pohon terpilih diukur diameter setinggi dada menggunakan pita diameter dan tinggi total menggunakan *Haga hypsometer*. Selanjutnya, pohon-pohon tersebut disadap resinnya sesuai dengan desain pola penyadapan yang ditetapkan.

2. Desain Pola Penyadapan

Penyadapan dilakukan pada bagian tengah batang pada bidang berukuran 20 cm x 100 cm. Luas bidang penyadapan ini mengacu pada ukuran satu *pollang*, suatu kearifan lokal petani dalam menentukan intensitas pemanenan getah kemenyan (Simamora dan Nurjannah, 2017). Dalam satu *pollang* biasanya terdapat 8 hingga 10 lubang sadap, yang dibuat tersebar sistematis pada kedua sisi depan dan belakang batang. Dalam penelitian ini pengamatan hanya dilakukan pada salah satu sisi batang saja, sehingga intensitas penyadapan ditetapkan 5 titik baru pada setiap bidang penyadapan.

Sebelum ditandai dan disadap, bidang sadapan terlebih dahulu dibersihkan dengan mengikis tipis kulit batang dan membuang jamur dan ganggang yang terdapat pada permukaan batang dengan pisah pembersih. Pada bidang sadap, titik sadap baru dibuat diantara bekas lubang penyadapan yang telah ada. Semua bekas lubang sadap dihitung jumlah dan diukur diameter lukanya (vertikal dan horizontal).

Penyadapan dilakukan dengan menusuk kulit batang dengan alat semacam pisau/obeng runcing (pisau guris) hingga kulit terkoak namun tidak sampai terlepas dari batang. Kulit yang terkoak tersebut kemudian diketok sehingga seakan menutup atau melekat kembali.

Pemanenan getah dilakukan setelah 6 (enam) bulan dengan mencungkil hasil koakan (kulit dan getah kemenyan yang melekat). Periode pemanenan sekali selama enam bulan tersebut mengacu pada praktek yang umum dilakukan petani kemenyan. Hasil panen dimasukkan ke dalam kantong plastik. Sebelum ditimbang menggunakan timbangan elektrik, getah terlebih dahulu dipisahkan dari

kulit dan kotoran lainnya menggunakan pisau pembersih.

3. Pengolahan Data

Data pemanenan getah pada setiap lubang sadap kemudian dijumlahkan untuk setiap pohon contoh. Luas bidang penyadapan produktif (L_{bp}) dihitung sebagai proporsi luas bidang penyadapan (LB) (25 cm x 40 cm) setelah dikurangi luas permukaan kulit batang yang tidak produktif (bekas pelukaan/penyadapan - LLS) terhadap luas bidang penyadapan (LB).

$$L_{bp} (\%) = [LB - (LLS)/LB] * 100\%$$

Selanjutnya luas permukaan kulit batang yang tidak diproduktif (LLS) dihitung dengan menjumlahkan semua luas bekas luka pada setiap titik.

$$LLS = \sum \frac{1}{4} n ((d_1 + d_2)/2)^2$$

Keterangan: $n = 3,14$; d_1 = tinggi lubang bekas luka pada arah tegak lurus batang (vertical); dan d_2 = lebar lubang bekas luka pada arah horizontal.

Data produksi getah (g), diameter setinggi dada (cm), tinggi total (m), umur pohon (tahun) dan jumlah bekas lubang sadap pada bidang penyadapan ditabulasikan.

Model pendugaan produktivitas getah disusun berdasarkan hubungan regresi antara diameter (Dbh), umur (A), tinggi (H_{tot}), luas bidang penyadapan produktif (L_{bp}) beserta kombinasinya terhadap produktivitas getah. Jumlah data yang digunakan untuk analisa (n) mencapai 50 ulangan. Beberapa fungsi yang diujikan adalah:

a. Fungsi-fungsi dengan variabel bebas tunggal

- Fungsi a.1. $W_{ig} = a + b Dbh$
- Fungsi a.2. $W_{ig} = a + b H_{tot}$
- Fungsi a.3. $W_{ig} = a + b A$
- Fungsi a.4. $W_{ig} = a + b L_{bp}$

b. Fungsi-fungsi dengan variabel bebas ganda

- Fungsi b.1. $W_{ig} = a + b Dbh + c H_{tot}$
- Fungsi b.2. $W_{ig} = a + b Dbh + c A$
- Fungsi b.3. $W_{ig} = a + b Dbh + c L_{bp}$
- Fungsi b.4. $W_{ig} = a + b A + c L_{bp}$

c. Fungsi-fungsi dengan variabel bebas majemuk

- Fungsi c.1. $W_{ig} = a Dbh + b H_{tot} + c A$
- Fungsi c.2. $W_{ig} = a Dbh + b H_{tot} + c L_{bp}$
- Fungsi c.3. $W_{ig} = a Dbh + b A + c L_{bp}$
- Fungsi c.4. $W_{ig} = a Dbh + b H_{tot} + c A + d L_{bp}$

Keterangan: W_{ig} = Berat getah kemenyan (gram); Dbh = Diameter setinggi dada (cm); H_{tot} = Tinggi total pohon (m); A = umur; L_{bp} = Luas bidang penyadapan produktif

Remarks: W_{ig} = weight of incense gum (gram); Dbh = diameter at breast heightn (cm); H_{tot} total height of tree (m); A = age; L_{bp} = productive tapping area (%)

Hubungan regresi antara diameter (Dbh), umur (A), tinggi (H_{tot}), luas bidang penyadapan produktif (L_{bp}) beserta kombinasinya terhadap produktivitas getah dihitung dengan program MINITAB 14 for Windows. Model-model penduga yang terbentuk diuji lebih lanjut kelayakan atau keterandalannya dalam menaksir nilai aktual (*uji goodness of fit*) melalui uji koefisien determinasi (R^2) dan uji signifikansi simultan (Uji statistik F) (Gunawan, 2016; Ghazali, 2011; Draper & Smith, 1992). Model terbaik dipilih berdasarkan kriteria nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi serta nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada tingkat kepercayaan 95%.

Validasi model dilakukan dengan menghitung nilai simpangan agregat (*Aggregate of Difference - AgD*) dan nilai simpangan rata-rata (*Average of Percentase Deviation - AvR*) dengan membandingkan nilai aktual perhitungan lapangan dengan nilai dugaan dari model. Model dinilai sahih apabila memiliki nilai AgD lebih kecil dari 1% dan AvR lebih kecil dari 10% (Aswandi, 2007; Sumadi dan Siahaan, 2010; Huch, 1963).

$$AgD = \frac{\sum Ha - \sum Ht}{\sum Ht} * 100\%$$

$$AvR = \frac{\sum \frac{|Ha - Ht|}{Ht}}{N} * 100\%$$

Keterangan: Ha = nilai aktual hasil pengukuran lapang; Ht = nilai dugaan dari model; N = jumlah contoh

Remarks: Ha = actual value from field mensuration; Ht = prediction value from model; N = number of sample

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sebaran Data

Deskripsi statistika berbagai variabel tegakan dari 50 pohon contoh yang diukur terdapat pada Tabel 1. Rata-rata diameter (*Dbh*) pohon adalah 30,59 cm dengan diameter terendah 25,30 cm dan tertinggi 35,30 cm. Rata-rata tinggi pohon (*H_{tot}*) pada selang umur 15 -20 tahun adalah 14,12 m

dengan tinggi total terendah 8 m dan tertinggi 20 m. Rata-rata luas bidang dasar produktif (*L_{bp}*) adalah 77,78% dengan jumlah bekas luka bidang sadap pada bidang pengambilan contoh bervariasi dari 8-14 titik.

Rata-rata produksi getah yang diperoleh pada periode panen enam bulan adalah 11,26 g/takik dengan produksi terendah 6,19 g dan tertinggi 15,98 g per takik. Rata-rata produksi getah yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan produksi rata-rata getah yang diperoleh berbagai penelitian sebelumnya. Sasmuko (1996) memperoleh rata-rata produksi getah 12,11 g/takik, sedangkan Waluyo (1993) memperoleh rata-rata yang lebih rendah 9,54 gram/takik. Lebih rendahnya rata-rata produksi getah yang diperoleh pada penelitian Waluyo (1993) diduga disebabkan kisaran diameter pohon contoh yang lebih rendah (13-23 cm).

Tabel 1. Deskripsi statistika berbagai variabel tegakan

Table1. The statistical description of styrax stands variables

Variabel (Variables)	Jumlah Pohon (Number of tree)	Rata-rata (Mean)	Minimum (Min value)	Maksimum (Max value)	Simpangan Baku (StDev)
Diameter/ <i>Dbh</i> (cm)	50	30,59	25,30	35,30	3,080
Tinggi total/ <i>Total height</i> (m)	50	14,12	8,00	20,00	3,761
Umur/ <i>Age</i> (tahun/ <i>year</i>)	50	17,26	15,00	20,00	1,523
<i>NBS</i> (N)	50	11,12	8,00	14,00	1,649
<i>L_{bp}</i> (%)	50	77,78	75,59	80,00	1,094
<i>W_{ig}</i> (g)	50	11,26	6,19	15,98	2,245

Keterangan:

NBS = Jumlah bekas luka lubang sadap;

Lbp = Luas bidang penyadapan produktif;

Wig = produksi getah

Remarks:

NBS = Number of tapping scars;

Lbp = Productive tapping area;

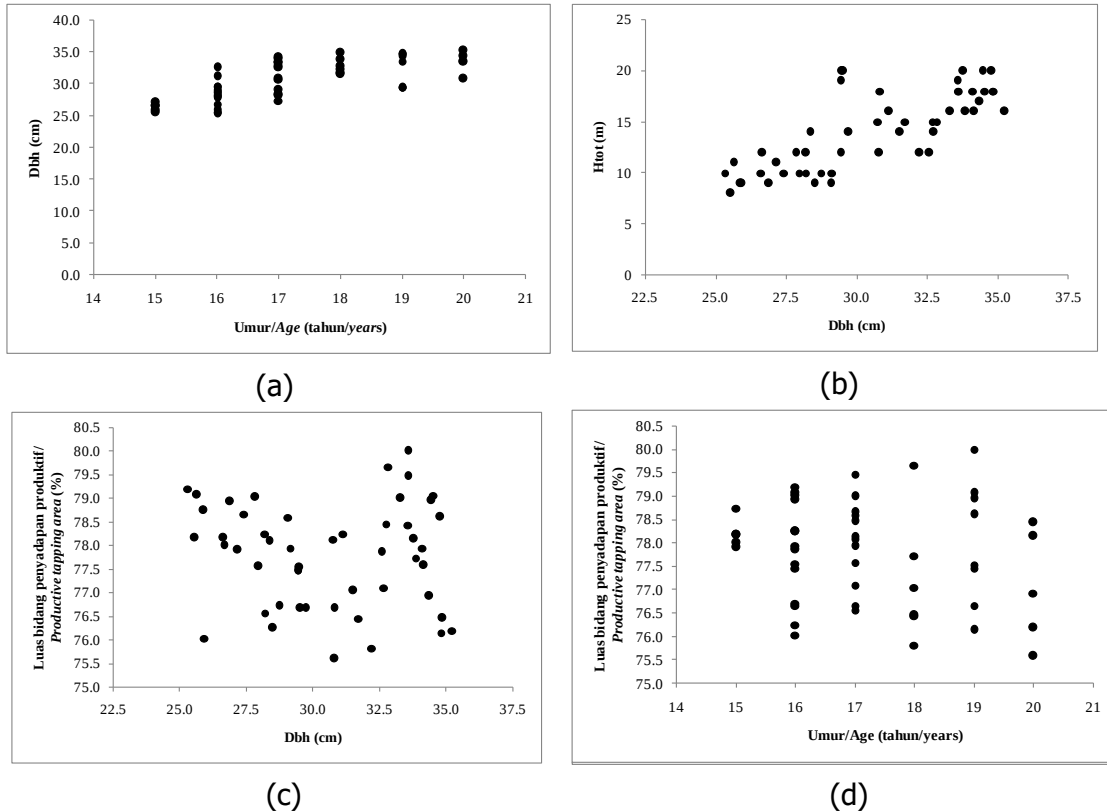
Wig = Incense gum production

Sebaran data pertumbuhan pohon contoh dan hubungan antar masing-masing variabel penduga produksi getah

dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1.a terlihat bahwa pertumbuhan diameter cenderung logistik terhadap

umur tegakan. Sebaran data yang sama juga ditunjukkan oleh pertumbuhan tinggi pohon terhadap pertambahan diameter (Gambar 1.b) Kondisi ini mendukung prinsip biologi perkembangan tegakan

bahwa pertumbuhan akan cenderung melambat setelah periode waktu tertentu atau ketika mencapai titik pertumbuhan tertentu (Pretzch *et al.*, 2012; Vanclay, 1994).



Gambar 1. Sebaran data pertumbuhan pohon contoh dan hubungan antar masing-masing variabel penduga produksi getah kemenyan. (a) hubungan umur dengan Dbh; (b) Hubungan antara Dbh dengan tinggi total pohon; (c) hubungan antara Dbh terhadap luas bidang penyadapan produktif; dan (d) hubungan antara umur terhadap luas bidang penyadapan produktif

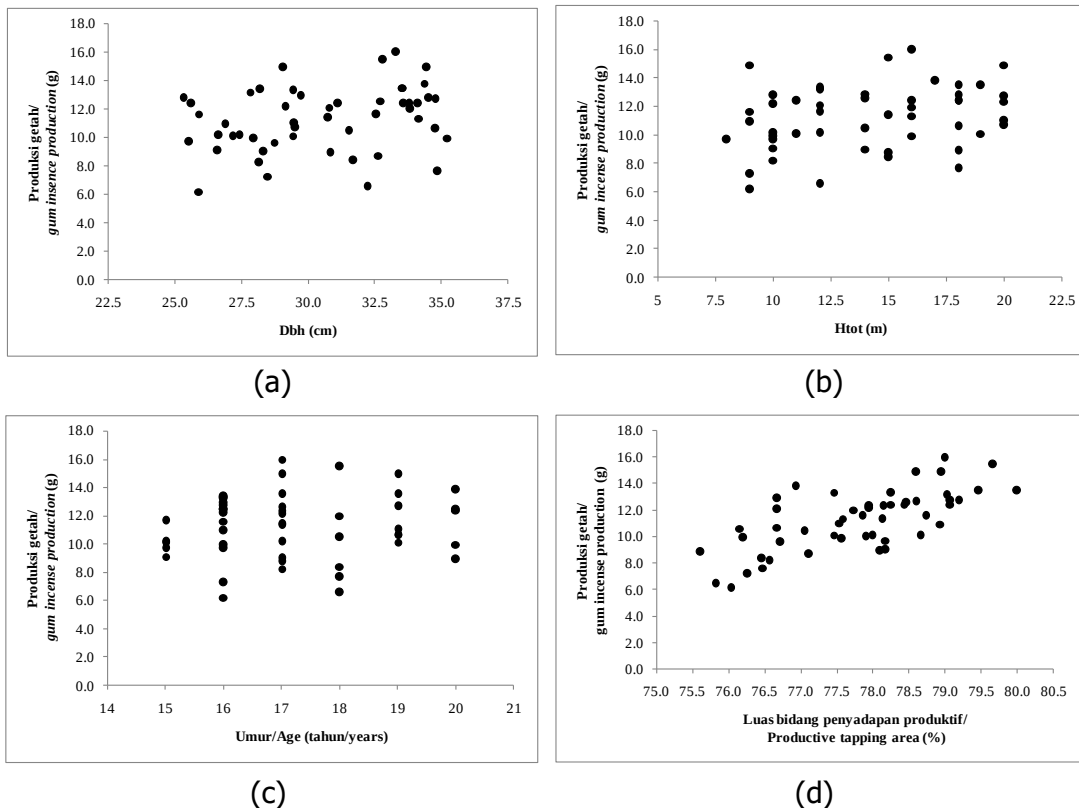
Figure1. Distribution of stand growth parameter and relationship of insence gum production variables. (a) relationship between Dbh and total height; (b) relationship between stand age and Dbh; (c) relationship between Dbh and productive tapping area; and (d) relationship between stand age and productive tapping area)

Gambar 1 menunjukkan bahwa luas bidang penyadapan produktif yang masih tersisa setelah pohon disadap selama

periode waktu tertentu tidak memiliki keterkaitan yang erat terhadap pertumbuhan diameter (Gambar 1.c) dan pertambahan umur tanaman (Gambar 1.d). Hal ini menguatkan kenyataan bahwa petani penyadap belum

memperhatikan besaran diameter dan umur tanaman dalam menentukan intensitas penyadapan (jumlah titik sadap optimal dan sebarannya pada batang pohon). Kurangnya perhatian petani dalam menerapkan intensitas penyadapan optimal juga terjadi pada pemanenan getah kemenyan dari jenis *B. papyrifera* di Afrika (Lemenih dan Kassa, 2011; Lemenih *et al.*, 2007).

Sebaran data yang menggambarkan hubungan antara parameter tegakan seperti diameter, tinggi, umur dan pola penyadapan terhadap produktivitas getah dapat dilihat pada Gambar 3. Terkecuali variabel persentase luas bidang penyadapan produktif yang cenderung logistik, sebaran data produksi getah per takik penyadapan cenderung tersebar terhadap pertambahan diameter, tinggi total dan umur tanaman.



Gambar 2. Hubungan antara berbagai parameter tegakan terhadap produksi getah kemenyan. (a) Diameter (*Dbh*); (b) Tinggi total; (c) Umur; dan (d) Luas bidang penyadapan produktif

Figure 2. Relationship between some stand parameters and incense gum. (a) Diameter at breast – *Dbh*; (b) Total height – *H_{tot}*; (c) Stand Age; and (d) Productive tapping area

B. Model Penduga Produktivitas

Berdasarkan analisis regresi diperoleh model-model prediksi produktivitas getah sebagai berikut:

- a. Persamaan dengan variabel bebas tunggal
 - Persamaan a.1. $W_{ig} = 5,038 + 0,203 Dbh$ ($R^2 = 0,077$)
 - Persamaan a.2. $W_{ig} = 8,958 + 0,163 H_{tot}$ ($R^2 = 0,074$)
 - Persamaan a.3. $W_{ig} = 8.294 + 0.172 A$ ($R^2 = 0.013$)
 - Persamaan a.4. $W_{ig} = 1.426 L_{bp} - 99.66$ ($R^2 = 0,483$)
- b. Persamaan dengan variabel bebas ganda
 - Persamaan b.1. $W_{ig} = 6.33 + 0.121 Dbh + 0.087 H_{tot}$ ($R^2 = 0,086$)
 - Persamaan b.2. $W_{ig} = 6.64 + 0.289 Dbh - 0.245 A$ ($R^2 = 0,091$)
 - Persamaan b.3. $W_{ig} = - 110 + 0.236 Dbh + 1.47 L_{bp}$ ($R^2 = 0,587$)
 - Persamaan b.4. $W_{ig} = - 113 + 0.365 A + 1.52 L_{bp}$ ($R^2 = 0,543$)
- c. Persamaan dengan variabel bebas majemuk
 - Persamaan c.1. $W_{ig} = 11,7 + 0.183 Dbh + 0.221 H_{tot} - 0.529 A$ ($R^2 = 0,129$)
 - Persamaan c.2. $W_{ig} = - 110 + 0.220 Dbh + 0.0168 H_{tot} + 1.46 L_{bp}$ ($R^2 = 0,588$)
 - Persamaan c.3. $W_{ig} = - 111 + 0.222 Dbh + 0.041 A + 1.48 L_{bp}$ ($R^2 = 0,588$)
 - Persamaan c.4. $W_{ig} = - 110 + 0.217 Dbh + 0.01 H_{tot} + 0.027 A + 1.47 L_{bp}$ ($R^2 = 0,588$)

Keterangan:

W_{ig} = Berat getah kemenyan (gram);
 Dbh = Diameter setinggi dada (cm);
 H_{tot} = Tinggi total pohon (m);
 A = umur;
 L_{bp} = Luas bidang penyadapan produktif (%)

Remarks:

W_{ig} = *weight of incense gum* (gram);
 Dbh = *diameter at breast height* (cm);
 H_{tot} = *total height of tree* (m);
 A = *age*;

L_{bp} = *productive tapping area* (%)

Ketelitian statistik persamaan-persamaan di atas dapat disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2, terlihat persamaan a.4 ($W_{ig} = 1,426 L_{bp} - 99,66$), persamaan b.3 ($W_{ig} = - 110 + 0.236 Dbh + 1.47 L_{bp}$) dan persamaan c.2 ($W_{ig} = - 110 + 0.220 Dbh + 0.0168 H_{tot} + 1.46 L_{bp}$) merupakan model penduga produktivitas terbaik karena memiliki koefisien determinasi (R^2) tertinggi, simpangan baku (S) terendah serta nilai P_{value} 0,00. Dengan R^2 yang lebih tinggi, kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan ragam dari variabel tidak bebasnya (W_{ig}) menjadi lebih baik. Meskipun R^2 tertinggi tidak ada yang lebih dari 60%, model-model penduga produktivitas getah tersebut dipertimbangkan masih dapat digunakan. Hal ini mengingat, model-model penduga sejenis yang akurat untuk hasil hutan bukan kayu masih sangat terbatas (Lemenih and Kassa, 2011; do Valle *et al.*, 2007; Calama *et al.*, 2010; do Valle *et al.*, 2007). Mengacu pada Purnomo (2004), model yang betul-betul handal untuk hutan alam sangat terbatas, terutama diakibatkan kesulitan dalam memahami perilaku ekosistem alam tersebut sehingga hasil pendugaannya bisa saja tidak sepenuhnya tepat ataupun sulit dilakukan.

Walaupun memiliki nilai R^2 yang hampir sama dengan persamaan c.3, persamaan b.3 dinilai lebih praktis digunakan untuk menduga produktivitas getah. Hal ini dikarenakan variabel tinggi pohon lebih mudah diukur di lapangan dibandingkan informasi umur tanaman yang lebih sulit diperoleh pada tegakan campuran kemenyan di alam.

Selanjutnya, persamaan b.3 menunjukkan bahwa pohon-pohon yang berdiameter besar serta memiliki proporsi bidang penyadapan produktif yang lebih luas akan menghasilkan getah yang relatif lebih banyak. Namun bertambahnya luas

permukaan batang yang tidak produktif akibat penambahan bekas luka sadap dapat menjadi pembatas produktivitas getah. Hal yang sama juga ditunjukkan laju produktivitas getah kemenyan dari jenis *B. papyrifera* di Afrika (Lemenih *et al.*, 2007). Peningkatan intensitas

penyadapan dalam jangka pendek akan meningkatkan produktivitas getah terutama pada pohon-pohon berdiameter besar. Namun dalam jangka panjang akan mengganggu vitalitas, sistem reproduksi dan produktivitas tegakan (Rijkers *et al.*, 2006).

Tabel 2. Ketelitian statistik persamaan pendugaan produktivitas getah kemenyan
Table 2. Statistics expressing the precision of incense gum prediction equations

No	Model (models)	R^2_{adj}	S	P- value	SA (AgD)	SR (AvD)
A.	Persamaan dengan variable bebas tunggal (single independent variable)					
1.	$W_{ia} = 5.038 + 0.203 Dbh$	5.8	2.178	0.05	0.14	15.01
2.	$W_{ia} = 8.958 + 0.163 H_{tot}$	5.6	2.182	0.06	0.03	15.58
3.	$W_{ia} = 8.294 + 0.172 A$	0.0	2.252	0.42	0.08	16.18
4.	$W_{ia} = 1.426 L_{bp} - 99.66$	47.3	1.630	0.00	0.04	11.92
B.	Persamaan dengan variable bebas ganda (dual independent variable)					
1.	$W_{ia} = 6.33 + 0.121 Dbh + 0.087 H_{tot}$	4.7	2.192	0.12	0.03	15.17
2.	$W_{ia} = 6.64 + 0.289 Dbh - 0.245 A$	5.2	2.185	0.11	0.10	14.92
3.	$W_{ia} = -110 + 0.236 Dbh + 1.47 L_{bp}$	57.0	1.472	0.00	2.50	10.55
4.	$W_{ia} = -113 + 0.365 A + 1.52 L_{bp}$	52.3	1.549	0.00	0.31	11.18
C.	Persamaan dengan variable bebas majemuk (multiple independent variable)					
1.	$W_{ia} = 11.7 + 0.183 Dbh + 0.221 H_{tot} - 0.529 A$	7.2	2.162	0.09	0.21	14.84
2.	$W_{ia} = -110 + 0.220 Dbh + 0.0168 H_{tot} + 1.46 L_{bp}$	56.2	1.487	0.00	1.95	11.98
3.	$W_{ia} = -111 + 0.222 Dbh + 0.041 A + 1.48 L_{bp}$	56.1	1.487	0.00	1.54	10.49
4.	$W_{ig} = -110 + 0.217 Dbh + 0.01 H_{tot} + 0.027 A + 1.47 L_{bp}$	55.1	1.504	0.00	1.78	10.54

Berdasarkan validasi model dengan memperhatikan simpangan agregat (AgD) dan simpangan rata-rata (AvR), model-model yang dibangun belum memenuhi kriteria model valid dengan $AgD < 1\%$ dan $AvR < 10\%$ (Husch, 1963; Spurr, 1952; Aswandi, 2011; Sumadi dan Siahaan, 2010). Meskipun demikian, persamaan-persamaan tersebut memiliki $AgD < 3\%$ dan $AvR < 12\%$. Kemampuan variabel-variabel bebas seperti diameter tegakan dalam menjelaskan variabel produktivitas getah yang rendah juga

Ditunjukkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Waluyo (1993) memperoleh

koefisien determinasi (R^2) = 12,25% antara variabel diameter pohon terhadap produksi getah *Styrax benzoin* di Tapanuli Utara. Menimbang kekhasan karakteristik getah kemenyan sebagai hasil hutan bukan kayu serta kriteria validitas model yang umumnya digunakan untuk menguji validitas model-model pertumbuhan dan hasil kayu, persamaan penduga yang disusun dinilai cukup handal sebagai model penduga produktivitas getah kemenyan. Model penduga yang disusun menjadi semakin penting ditengah terbatasnya model-model penduga produktivitas hasil hutan bukan kayu (Lemenih dan Kassa, 2011; Calama *et al.*, 2010; do Valle *et al.*, 2007).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan sebaran data hubungan berbagai variabel pertumbuhan terhadap produksi getah, terkecuali variabel persentase luas bidang penyadapan produktif yang cenderung logistik, sebaran data produksi getah per takik penyadapan cenderung tersebar terhadap pertambahan diameter, tinggi total dan umur tanaman.

Hasil pengujian ketelitian terhadap berbagai persamaan yang dibangun menunjukkan bahwa model variabel tunggal terbaik untuk pendugaan produktivitas getah kemenyan adalah faktor luas bidang sadap produktif. Namun, pada model variabel bebas berganda, produktivitas resin lebih dipengaruhi oleh diameter pohon dan luas bidang sadap produktif. Pada model penduga dengan variabel bebas majemuk, produktivitas kemenyan dipengaruhi oleh diameter batang, tinggi pohon dan luas bidang dasar produktif.

B. Saran

Untuk meningkatkan keterhandalan model yang disusun terutama untuk cakupan aplikasi yang lebih luas, penyusunan model pendugaan sebaiknya diperoleh dari tegakan yang memiliki sebaran umur dan diameter yang lebih mewakili serta dengan desain intensitas penyadapan yang rinci. Dengan jumlah contoh yang mewakili kondisi makrofisiografi yang sangat beragam, model penduga yang akan diperoleh lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Humbang Hasundutan dan Pakpak Bharat serta

Dinas Kehutanan Kabupaten Tapanuli Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswandi. (2011). Model Pertumbuhan dan Hasil Hutan Tanaman *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden di Aek Nauli Simalungun Sumatera Utara. *Widyariset*, 14 (2):313-322.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2013). *Sumatera Utara dalam Angka 2013*. Medan: BPS Provinsi Sumut.
- Calama, R., Tomé, M., Sánchez-González, M., Miina, J., Spanos, K., and Palahí, M. (2010). Modelling non-wood forest products in Europe: a review. *Forest Systems*, 19(SI): 69-85.
- Dinas Pertanian Humbahas. (2009). *Laporan Kegiatan Tahunan*. Dinas Pertanian Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara.
- Do Valle, D.R., Staudhammer, C.L., Cooper Jr, W.P. (2007). Simulating Non-timber Forest Product Management in Tropical Mixed Forests. *Journal of Forestry*, 105 (6):301-306.
- Draper, N. and H. Smith. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Bambang Sumatri, Penerjemah. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ghozali, I. (2011). Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 19. Edisi Kelima. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gunawan, I. (2016). *Pengantar Statistika Inferensial*. Rajawali Press, Jakarta.

- Husch, B. (1963). *Forest Mensuration and Statistics*. Ronald Press Company, New York.
- Jayusman, S. Hidayat, dan I.G.N.O. Suparta. (2003). Mengenal dan Budidaya Pohon Kemenyan (*Styrax* spp.) Jenis Andalan Sumatera Utara. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera. Pematang Siantar.
- Kholibrina, C.R. (2013). Eksplorasi Pengumpulan Materi Genetik Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana* J.J.Sm sinonim *S. parallelloneurum*) untuk Populasi Dasar dan Populasi Pemuliaan. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli. Tema Peran Penelitian Kehutanan dalam Konservasi dan Rehabilitasi di Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Medan, 28-29 Mei 2013.
- Kholibrina, C.R. (2012). Strategi Pemuliaan dan Teknik Silvikultur Untuk Peningkatan Kualitas Kemenyan Toba (*S. sumatrana* J.J.Sm Sinonim *S. paralleloneurum*). Prosiding Ekspose Hasil-hasil Penelitian Kehutanan. Tema Peran Penelitian Kehutanan dalam Konservasi dan Rehabilitasi di Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Lemenih, M. and H. Kassa. (2008). *Management guidelines for Boswellia papyrifera and its frankincense in Ethiopia*. Center for International Forestry Research-Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia.
- Lemenih, M. and H. Kassa. (2011). *Opportunities and challenges for sustainable production and marketing of gums and resins in Ethiopia*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Lemenih, M. and Kassa, H. (2011). *Opportunities and challenges for sustainable production and marketing of gums and resins in Ethiopia*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Lemenih, M. Feleke, S. and Tadesse, W. (2007). Factors constraining the production and marketing of frankincense by local people in Metema district, North-Western Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 71: 393-403.
- Pretzsch, H., Dieler, J., and Rötzer, T. (2012). Principles of Growth Partitioning Between Trees in Forest Stand Under Stress. In. R. Matyssek *et al.* (eds). *Growth and Defense in Plants*. Ecological Studies 220. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pretzsch, H., J. Dieler, T. Rötzer. (2012). Principles of Growth Partitioning Between Trees in Forest Stand Under Stress. In. R. Matyssek *et al.* (eds). *Growth and Defense in Plants*. *Ecological Studies* 220. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Purnomo, H. (2004). *Teori Sistem Kompleks, Pemodelan dan Manajemen Sumberdaya*. Bahan Kuliah. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Rijkers, T., W. Ogbazghi, M. Wessel and F. Bongers. (2006). The effect of tapping for frankincense on sexual reproduction in *Boswellia papyrifera*. *Journal of Applied Ecology* 43: 1188-1195.
- Sianipar, H. dan B. Simanjuntak. (2000). Isolasi dan Identifikasi Asam

- Sinamat dari Kemenyan Sumatrana. *Media Farmasi* 4(1): 22-28.
- Simamora L dan Nurjannah. (2017). Kehidupan Petani Kemenyan Dalam Menjaga Kearifan Lokal di Desa Pandumaan Kecamatan Pollung Kabupaten Humbang Hasundutan. *Buddayah: Jurnal Pendidikan Antropologi*, 1(1):19-26.
- Spurr, S.H. (1951). *Forest Inventory*. The Roland Press Company, New York.
- Sumadi, A. dan A. Siahaan. (2010). Model Penduga Volume Pohon Kayu Bawang (*Disoxylum molliscimum* Burm F.) di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7 (5): 227-231.
- Tilahun, M., L. Vranken, B. Muys, J. Deckers, K. Gebregziabher, K. Gebrehiwot, Hans Bauer, H., and E. Mathijs. (2012). Rural Households' Demand for Frankincense Forest Conservation in Tigray: A Continent Valuation Analysis. *Bioeconomics Working Paper Series Working Paper* 2012/2.
- Vanclay, J. K. (1994). *Modelling Forest Growth and Yield: Application to Mixed Tropical Forest*. Wallingford: CAB International.
- Waluyo, T. K. (1993). Hubungan antara diameter pohon dan produksi getah pada penyadapan getah kemenyan. *Buletin Penelitian Kehutanan*, 9 (4) Desember 1993.