

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.

895d1e9c34c7875788d80dcb08f5398f7d7fa6a100a605da4cba3bcd4ba69f92

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 Sumatрана

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatрана. Vo. 1. No. 1. (2017) 1 - 9
eISSN 2581-270X pISSN 2598-0572



Faktor-faktor Fenotipe dan Lingkungan Penentu Produktivitas Resin Kemenyan Toba (*Styrax sumatрана* J. J. Sm)

(*Determinant Factors for Incense Productivity in Styrax sumatрана J. J. Sm based on Phenotypic and Environmental Characteristics*)

Aswandi Anas^{1*}, Cut Rizlani Kholibrina¹

¹Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli
Jl. Raya Parapat Km 10,5 Sibaganding Parapat Sumatera Utara HP. +6281314762472

*Email: rizlanicut@gmail.com

Article History:

Received 17 February 2017; Received in revised form 1 March 2017;
Accepted 18 August 2017; Available online since 30 Sept 2017

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penentu produktivitas getah kemenyan toba *Styrax sumatрана*. Faktor-faktor yang diukur dibatasi pada karakteristik fenotipe dan karakteristik lingkungan tegakan dari berbagai hutan kemenyan di Kabupaten Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara dan Pakpak Bharat, Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2012-2015. Karakteristik fenotipe yang diukur adalah diameter, tinggi, umur, percabangan, warna kulit, tebal kulit, pembungaan dan keberadaan buah. Karakteristik lingkungan yang diukur adalah ketinggian tempat, temperatur, kelembaban relatif, intensitas cahaya, kerapatan tegakan, intensitas pemeliharaan dan pola penanaman. Produktivitas getah diukur dari rata-rata berat getah pohon contoh pada setiap panen. Hasil analisis tandan menunjukkan terdapat empat kelompok kinerja pengelolaan hutan kemenyan yang menggambarkan tingkat produktivitas resin, intensitas pengelolaan, perbedaan kondisi lingkungan dan penampakan fenotipe tegakan kemenyan. Hasil analisis diskriminan diperoleh empat faktor penentu produktivitas getah yakni warna kulit batang (34%), jumlah penampakan bunga (20%), kelembaban relatif (23%), dan intensitas cahaya di bawah naungan (23%). Faktor-faktor ini memiliki konsekuensi terhadap teknik silvikultur yang diterapkan seperti pola pencampuran dan pengaturan jarak tanam.

Kata kunci: Analisis tandan, analisis diskriminan, kulit batang, pembungaan, pengaturan jarak tanam

ABSTRACT

This study was aimed to identify the determinant factors of incense productivity of Styrax sumatрана. The measurement factors were phenotype and environmental characteristics from various forest stands in Humbang Hasundutan, North Tapanuli and Pakpak Bharat, North Sumatra Province. The phenotype characteristics were measured such as diameter, height, age, branching, bark color and thickness, flowering and fruits presence. Environmental characteristics were measured such as altitude, temperature, relative humidity, light intensity, stand density, intensity of maintenance and planting patterns. Resin productivity was measured from the average of harvest weight for each sample tree. The results of cluster analysis showed that there are four groups of forest management performances which described the level of productivity, management intensity, differences in environmental conditions and the appearance of styrax stands phenotypes. The result of discriminant analysis identified four determinants factors that influenced the resin productivity as well as the color of the bark (34%), the number of sightings of flowers (20%), relative humidity (23%), and the light intensity in the shade (23%). These factors have consequences for silvicultural techniques were applied such as mixing patterns and spacing.

Keywords: Cluster analysis, determinant analysis, bark color, flowering, spacing

I. PENDAHULUAN

Kemenyan adalah getah atau resin yang dihasilkan pohon kemenyan (*Styrax* spp). Sejarah pengelolaan kemenyan di Tapanuli Sumatera Utara telah berlangsung sejak abad ke-17, serta telah memberikan kontribusi sebesar 70%-75% terhadap perekonomian petani (Sianipar & Simanjuntak, 2000). Pohon kemenyan dikelola dalam bentuk hutan atau kebun campuran. Terdapat empat jenis kemenyan penghasil getah bernilai ekonomis, namun hanya dua jenis utama yang disadap yaitu kemenyan toba (*S. sumatrana* J.J.Sm) dan kemenyan durame (*S. benzoin* Dryand). Di antara keduanya, kemenyan toba lebih disukai karena memiliki kualitas getah yang lebih baik (padat dan jernih) serta harga jualnya relatif lebih tinggi (Kholibrina, 2012).

Permintaan getah kemenyan tetap tinggi namun produktivitasnya menurun. Di tahun 2008, produktivitas getah kemenyan mencapai 6.060 ton/ha, menurun hingga 4.620 ton/ha di tahun 2012 (BPS Sumut, 2013). Penurunan produktivitas disebabkan penurunan populasi akibat penebangan, umur tanaman tua dan permudaan yang mengandalkan regenerasi alam. Konversi dan penebangan mengakibatkan penurunan luas tegakan dari 24.077 ha di tahun 2007 menjadi 22.005 ha di tahun 2012 (BPS Sumut, 2013). Penurunan produktivitas terjadi cukup signifikan hingga 1.440 ton/ha selama empat tahun terakhir. Pengetahuan perbanyakan tanaman yang rendah dan waktu perkecambahan yang lama (8-9 bulan) menyebabkan petani hanya mengandalkan permudaan alami (Kholibrina, 2013). Belum banyak upaya yang berhasil dilakukan untuk meningkatkan produktivitas, sehingga diperlukan terobosan baru. Salah satu terobosan untuk mempercepat diperolehnya sumber bibit unggul adalah melalui rintisan koleksi sumberdaya genetik melalui kegiatan karakterisasi pohon plus "bocor getah". Istilah "bocor getah" diperkenalkan pada jenis tusam (*Pinus merkusii*) yang mampu memproduksi getah pinus dengan produktivitas tinggi seperti dilaporkan oleh Susilowati *et al.*, (2013).

Karakterisasi pohon plus bocor getah

dimulai dengan kajian variabilitas dan stratifikasi data pohon kemenyan yang memiliki produktivitas tinggi. Struktur produksi getah dan struktur pertumbuhan mencerminkan pengaruh faktor tempat tumbuh, sifat genetika pohon dan interaksi kedua faktor tersebut. Informasi tersebut sangat diperlukan dalam karakterisasi morfogenetika, anatomi kayu dan strategi perbanyakan kandidat bocor getah pohon kemenyan.

Karakterisasi morfogenetika dilakukan untuk menduga variabel genetika kandidat bocor getah melalui evaluasi fenotipe dan analisis genetika penanda molekuler. Pohon plus bocor getah merupakan hasil survei morfologi yang cenderung dipengaruhi oleh interaksi dengan faktor lingkungan. Saat ini informasi morfogenetika dan analisis molekuler kandidat kemenyan bocor getah belum tersedia. Dalam hal ini, pada tahap awal diperlukan rangkaian penelitian untuk mendapatkan pola variabilitas yang muncul baik berdasarkan aspek morfologi maupun akibat pengaruh faktor lingkungan yang signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penentu produktivitas getah kemenyan toba *Styrax sumatrana*. Faktor-faktor yang diukur dibatasi pada karakteristik fenotipe dan karakteristik lingkungan tegakan. Informasi faktor-faktor penentu produktivitas yang diperoleh diharapkan menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan teknik silvikultur kemenyan untuk mendorong peningkatan produktivitasnya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2012-2015 pada berbagai pola hutan kemenyan rakyat di Kabupaten Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara dan Pakpak Bharat. Lokasi-lokasi tegakan kemenyan terpilih sebanyak 26 lokasi di 16 desa yang merupakan sentra kemenyan rakyat di Sumatera Utara. Lokasi penelitian beserta kodefikasi tegakan contoh ditunjukkan Gambar 1 dan Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi tegakan kemenyan terpilih dan kodefikasinya
Table 1. Location of selected styrax stands and the codefication

No.	Lokasi (Location)	Jumlah Sampel (Number of Samples)	Lokasi (Location)	Koordinat (Geo positioning)	Kodefikasi (Codification)
1.	Aek Nauli	2	Pollung, HH	N2.25888 E98.64756 (1450 mdpl) N2.26070 E98.64747 (1444 mdpl)	HBS1, HBS2
2.	Matiti	2	Dolok Sanggul, HH	N2.25898 E98.64656 (1450 mdpl)	HBS3, HBS4
3.	Sosor Tambok	2	Dolok Sanggul, HH	N2.25861 E98.64769 (1443 mdpl)	HBS5, HBS6
4.	Sibuluan	2	Onan Ganjang, HH	N2.25834 E98.64771 (1451 mdpl)	HBS7, HBS8
5.	Sihikkit	2	Onan Ganjang, HH	N2.25835 E98.64771 (1451 mdpl)	HBS9, HBS10
6.	Pussuk	1	Parlilitan, HH	N2.33465 E98.51826 (1442 mdpl)	HBS11
7.	Simataniari	1	Parlilitan, HH	N2.15949 E98.67977 (1271 mdpl)	HBS12
8.	Bonan Dolok	2	Sijamapolang, HH	N2.25862 E98.64757 (1425 mdpl)	HBS13, HBS14
9.	Pancurnapitu	2	Tarutung, TU	N1.95169 E99.01153 (1011 mdpl) N1.95244 E99.01163 (1025 mdpl)	TPT1, TPT2
10.	Simasom	2	Pahae Julu, TU	N1.91663 E99.03938 (925 mdpl) N2.02167 E98.96476 (962 mdpl)	TPT3, TPT4
11.	Pohan Jae	2	Siborongborong, TU	N2.17952 E99.06314 (1259 mdpl) N2.18085 E99.06448 (1275 mdpl)	TPT5, TPT6
12.	Tegahambing	2	Pangaribuan, TU	N2.18085 E99.06448 (1273 mdpl) N2.02683 E99.19009 (1270 mdpl)	TPT7, TPT8
13.	Pergenteng-genteng Sengkut	1	Pergenteng-genteng Sengkut, PB	N2.72698 E98.93717 (1194 mdpl)	PAK1
14.	Sei Empat Rube	1	Sei Empat Rube, PB	N2.72735 E98.93686 (1092 mdpl)	PAK2
15.	Salak	1	Salak, PB	N2.65845 E98.64768 (978 mdpl)	PAK3
16.	Sitelu urang julu	1	Sitelu Urang Julu, PB	N2.67864 E98.67365 (988 mdpl)	PAK4

A. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengukur karakteris tik fenotipe, lingkungan tegakan dan produktivitas getah yang dihasilkan. Tegakan terpilih mewakili keragaman pola pengelolaan hutan kemenyan yakni pola pencampuran tanaman, perawatan tegakan, kerapatan dan penampakan fenotipe tegakan. Pada setiap tegakan dibangun satu plot ukur berukuran 0,05 ha berbentuk lingkaran dengan jari-jari 12,62 m. Luasan plot contoh yang dibangun dinilai cukup memadai untuk analisa floristik pada hutan tropika (Hueteto *et al.*, 2013 dan Netto *et al.*, 2014).

Karakteristik fenotipe yang diukur adalah rata-rata tiga pohon terpilih yakni diameter, tinggi, umur, percabangan, warna kulit batang, tebal kulit, pembungaan dan keberadaan buah. Karakteristik lingkungan tegakan yang diukur adalah ketinggian tempat, temperatur, kelembaban relatif, intensitas cahaya, kerapatan tegakan, intensitas pemeliharaan, dan pola penanaman.

Produktivitas getah diukur dari rata-rata produksi getah pohon contoh pada setiap panen. Periode panen mengacu pada jangka waktu pemanenan getah kemenyan yang umumnya dilakukan yakni setiap enam bulan sekali. Secara rinci faktor-faktor yang diukur serta teknik pengumpulan datanya ditunjukkan Tabel 2.

Data hasil pengukuran ditabulasikan serta dirata-ratakan menurut masing-masing tegakan atau provenans. Faktor-faktor fenotipe dan lingkungan tegakan diukur melalui analisis diskriminan dengan metode *stepwise*. Metode *stepwise* mengeluarkan faktor-faktor yang terdeteksi saling kolinear (multikolinearitas), dengan sub metode *mahalanobis distance* untuk mengidentifikasi *outlier* (Aswandi *et al.*, 2015; Sitorus *et al.*, 2011). Koefisien yang diperoleh pada fungsi linear digunakan untuk mengetahui faktor yang memberikan sumbangan terbesar terhadap terjadinya perbedaan antar kelas, sehingga koefisien tersebut dapat digunakan untuk pembobotan terhadap faktor yang terpilih (Aswandi *et al.*, 2015; Sitorus *et al.*,

2011; Priyanto, 2007). Analisis data meliputi analisis kluster (*cluster analysis*) dan analisis

diskriminan menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS Statistic ver. 22*.

Tabel 2. Faktor-faktor fenotipe dan lingkungan dan teknik pengumpulan data

Table 2. The Phenotypic and environmental factors and data collection techniques

Karakteristik (<i>Characteristics</i>)		Teknik Pengumpulan Data (<i>Data collection techniques</i>)
A. Fenotipe (<i>Phenotypes</i>)		
Diameter (<i>X1.1</i>)	cm	Rata-rata Dbh 3 pohon (PU 0,05 ha bentuk lingkaran $r = 12,62$ m).
Tinggi (<i>X1.2</i>)	m	Rata-rata tinggi total 3 pohon di dalam plot ukur.
Umur (<i>X1.3</i>)	tahun	Wawancara dengan pemilik tegakan.
Percabangan (<i>X1.4</i>)	jumlah (N)	Perhitungan jumlah percabangan utama.
Warna Kulit batang (<i>X1.5</i>)	warna	Pengamatan warna kulit batang menurut tabel warna.
Tebal Kulit (<i>X1.6</i>)	mm	Sampel kulit batang pada ketinggian 20 cm dari permukaan tanah diukur dengan kaliper.
Jumlah Pembungaan (<i>X1.7</i>)	jumlah (N)	Pengamatan keberadaan bunga pada setiap percabangan: nilai 4 (bunga ada pada $> \frac{3}{4}$ percabangan); nilai 3 (bunga ada pada $\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ percabangan); nilai 2 (bunga ada $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ percabangan); dan 1 (bunga hanya pada $< \frac{1}{4}$ percabangan).
Jumlah Buah (<i>X1.8</i>)	jumlah (N)	Pengamatan keberadaan buah pada setiap percabangan: nilai 4 (buah ada pada $> \frac{3}{4}$ percabangan); nilai 3 (buah ada pada $\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ percabangan); nilai 2 (bunga ada $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ percabangan); dan 1 (bunga hanya ada pada $< \frac{1}{4}$ percabangan).
B. Lingkungan (<i>Environment</i>)		
Ketinggian tempat (<i>X2.1</i>)	Mdpl	Pengukuran dengan altimeter dan GPS receiver.
Suhu/Temperatur (<i>X2.2</i>)	°C	Pengukuran dengan termometer pada siang hari di bawah tegakan kemenyan di dalam plot ukur.
Kelembaban Relatif (RH) (<i>X2.3</i>)	%	Pengukuran dengan hygrometer pada siang hari di bawah tegakan kemenyan di dalam plot ukur.
Intensitas Cahaya (<i>X2.4</i>)	lux	Pengukuran dengan luxmeter pada siang hari di bawah tegakan kemenyan di dalam plot ukur.
Kerapatan tegakan (<i>X2.5</i>)	N/ha	Jumlah semua tingkat pohon dan tiang dalam plot ukur.
Pemeliharaan (<i>X2.6</i>)	Intensitas	Pengamatan intensitas pemeliharaan/pembersihan tumbuhan bawah: nilai 4 (tumbuhan bawah/semak $< \frac{1}{4}$ luas PU); nilai 3 (tumbuhan bawah/semak $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ luas PU); nilai 2 (tumbuhan bawah/semak $> \frac{1}{2}$ luas PU); nilai 1 (tidak ada pembersihan tumbuhan bawah/semak).
Pola Penanaman (<i>X2.7</i>)	Monokultur-campuran	Pengamatan pola penanaman: nilai 4 (campuran didominasi kemenyan); nilai 3 (campuran komposisi seimbang kemenyan dengan jenis lain); nilai 2 (campuran didominasi jenis alami lain).
C. Produktivitas		
Produksi getah (<i>Y</i>)	g/pohon	Rata-rata berat panen getah dari 4 pohon pada setiap petak ukur pada setiap panen. Kelas produktivitas diberikan nilai 1 (getah < 1000 g/pohon) dan nilai 2 (getah > 1000 g/pohon).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

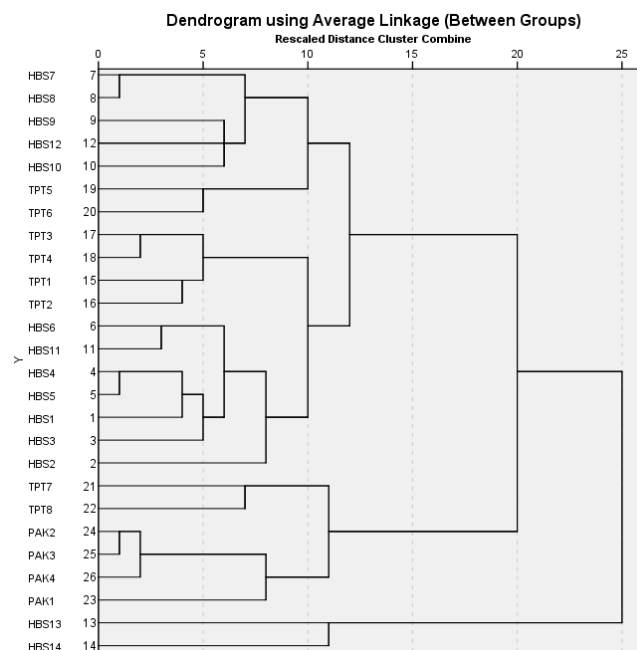
A. Klasifikasi Kinerja Pengelolaan Kemenyan

Hasil klasifikasi menggunakan analisis tandan dengan metode *Average Linkage (Between Groups)* dengan interval jarak *Euclidean* menunjukkan terdapat empat kelompok kinerja pengelolaan hutan kemenyan di lokasi penelitian. Keempat kelompok ini menggambarkan gradasi pengelolaan, lingkungan, fenotipe tegakan dan produktivitas getah. Dendrogram yang

diperoleh dari analisis tandan dapat dilihat pada Gambar 1. Kelompok A menggambarkan pengelolaan tegakan cukup intensif karena telah terdapat kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan tanaman bawah dan penebasan semak lebih dari $> 50\%$ hingga 75% serta jarak tanaman yang cukup teratur. Tegakan yang ada merupakan pola campuran yang didominasi kemenyan dengan rata-rata produktivitas getah ≥ 1000 g/pohon. Tegakan-tegakan yang termasuk dalam

kelompok ini adalah provenan HBS1, HBS2, HBS3, HBS4, HBS5, HBS6, HBS11, TPT1, TPT2, TPT3, dan TPT4. Kelompok B merupakan tegakan-tegakan kemenyan yang dikelola kurang intensif, ditunjukkan pembersihan tegakan bawah dengan intensitas < 50%. Tegakan kemenyan bercampur dengan tegakan alam sehingga jarak antar tanaman kemenyan tidak teratur. Rata-rata produktivitas getah 750-1000 g/pohon. Kelompok ini terdiri atas provenan HBS7, HBS8, HBS9, HBS10, HBS12, TPT5, dan TPT6. Kelompok C menggambarkan tegakan-tegakan kemenyan yang dikelola

tidak intensif, didominasi tegakan alam, serta rata-rata produktivitas getah 500-750 g/pohon. Kelompok ini terdiri atas provenan TPT7, TPT8, PAK1, PAK2, PAK3, dan PAK4. Sedangkan kelompok D menggambarkan tegakan-tegakan kemenyan yang tidak dikelola intensif, didominasi tegakan alam, dan rata-rata produktivitas getah 750-1000 g/pohon. Tegakan-tegakan yang termasuk dalam kelompok ini adalah provenan HBS13 dan HBS14. Karakteristik pengelolaan pada berbagai kelompok kinerja pengelolaan ditunjukkan Tabel 3.



Gambar 1. Dendrogram hasil analisa tandan (*cluster analysis*) kinerja pengelolaan hutan kemenyan

Figure 1. The dendrogram result obtained from cluster analysis of styrox forest management performances

Karakteristik fenotipe tegakan pada berbagai kelas kelompok kinerja pengelolaan ditunjukkan Tabel 4 dan Tabel 5. Rata-rata produktivitas getah tertinggi yakni 1.358 g/pohon terdapat pada kelompok A dan menurun gradual pada kelompok B (1.125 g/pohon), C (895 g/pohon), dan D (880 g/pohon). Produktivitas ini diukur pada

periode panen enam bulan. Warna kulit batang pada kelompok A lebih gelap dibandingkan ketiga kelompok lainnya. Penampakan bunga dan buah pada kelompok A juga lebih banyak. Rata-rata ukuran diameter tertinggi terdapat pada kelompok A (umur 26 tahun) dan terendah pada kelompok D (umur 22 tahun).

Tabel 3. Karakteristik pengelolaan hutan kemenyan pada berbagai kelompok kinerja
Table 3. Characteristic of styrax forest management on various performance groups

Kelas Kinerja (Performance groups)	Lokasi Tegakan/ Provenan (Location of styrax stands/ provenance)	Karakteristik Pengelolaan Hutan Kemenyan (Characteristic of styrax forest management)
A	HBS1, HBS2, HBS3, HBS4, HBS5, HBS6, HBS11, TPT1, TPT2, TPT3, TPT4	Pengelolaan cukup intensif, terdapat pemeliharaan, jarak tanam cukup teratur, tegakan campuran didominasi kemenyan. Produktivitas getah tinggi
B	HBS7, HBS8 HBS9 HBS10, HBS12, TPT5, TPT6	Pengelolaan kurang intensif, bercampur dengan tegakan alam, jarak tanaman tidak teratur. Produktivitas getah sedang
C	TPT7, TPT8, PAK1, PAK2, PAK3, PAK4	Pengelolaan tidak intensif, pemeliharaan kurang, jarak tanaman tidak teratur, tegakan alam jenis lain dominan. Produktivitas getah rendah-sedang
D	HBS13, HBS14	Pengelolaan tidak intensif, pemeliharaan kurang, jarak tanaman tidak teratur, tegakan alam jenis lain dominan. Produktivitas getah sedang

Karakteristik lingkungan tegakan pada berbagai kelas kelompok kinerja pengelolaan hutan kemenyan ditunjukkan Tabel 5. Rata-rata ketinggian tempat tertinggi terdapat pada kelompok B (1.350 mdpl) dan terendah pada kelompok C (996 mdpl).

Temperatur dan kelembabaan tertinggi terdapat pada tegakan-tegakan kelompok C. Intensitas cahaya tertinggi diukur di bawah naungan tegakan kemenyan kelompok D (5.950 lux) dan terendah pada kelompok A (2.622 lux).

Tabel 4. Karakteristik fenotipe tegakan pada berbagai kelompok kinerja pengelolaan
Table 4. Phenotypic characteristic of styrax stands at various of forest management performance

Kelompok (Groups)	Produktivitas (Resin productivity) (g/pohon) (g/tree)	Dbh (cm)	Umur (Age) (tahun) (year)	Warna Kulit Batang (Bark color)	Tebal Kulit (Bark thickness) (mm)	Penampakan Bunga/Buah (Flowering or fruiting presence)
A	1.358	28,45	26	Cokelat kemerahan sedang-tua	7,85	Sedang-banyak
B	1.125	28,23	27	Cokelat kemerahan muda-sedang	6,69	Kurang-Sedang
C	895	26,58	30	Cokelat kemerahan muda	6,33	Kurang-Sedang
D	880	22,40	22	Cokelat kemerahan muda	6,00	Sedang

Tabel 5. Karakteristik lingkungan tegakan pada berbagai kelompok kinerja pengelolaan
Table 5. The environment characteristics around the styrax stands at several forest management performance

Kelompok (Groups)	Elevasi (Elevation) (mdpl)	Suhu (Temperature) (°C)	RH (Relative Humidity) (%)	Intensitas Cahaya (Light intensity) (lux)	Kerapatan (Density) (N/ha)	Pola Pemeliharaan (tree maintenance patterns)	Pola Tanaman (Planting patterns)
A	1.264	25,07	79,30	2.622	555	Cukup intensif	Campuran
B	1.350	25,97	71,28	4.000	545	Kurang intensif	Campuran
C	996	29,75	82,45	4.483	630	Tidak intensif	Campuran
D	1.204	25,56	74,41	5.950	320	Tidak intensif	Campuran

B. Faktor penentu produktivitas getah

Berdasarkan analisis multikolinearitas yang dilakukan, dideteksi empat faktor penentu produktivitas getah kemenyan yang tidak saling kolinear yakni: warna kulit batang (X_1); jumlah penampakan bunga (X_2), kelembaban relatif (RH) (X_3), dan intensitas cahaya (X_4). Berdasarkan analisis diskriminan diperoleh fungsi linear yakni $Y = -0,974X_1 + 0,563X_2 + 0,651X_3 + 0,676X_4$ dengan signifikansi 0,00 yang fungsi diskriminan mempunyai kemampuan menjelaskan keragaman sebesar 100%. Fungsi tersebut memiliki nilai *eigenvalue* yang tinggi yakni 3.797. Nilai *eigenvalue* yang tinggi (>1) menunjukkan fungsi yang diperoleh sah (Aswandi *et al.*, 2015; Priyanto, 2007; Correa-Metrio, 2010). Berdasarkan uji *Wilks' Lambda*, fungsi tersebut juga memiliki signifikansi yang tinggi ($p=0,00$), dengan kemampuan menjelaskan keragaman hingga mencapai 100%. Hal-hal ini menunjukkan bahwa fungsi yang terbentuk mampu mendiskriminasi yang baik.

Berdasarkan koefisien faktor-faktor yang memberikan sumbangan terbesar terhadap terjadinya perbedaan antar kelas dilakukan pembobotan masing-masing faktor yakni: warna kulit batang (34%), jumlah penampakan bunga (20%), kelembaban relatif (RH) (23%), dan intensitas cahaya (23%). Berdasarkan pembobotan tersebut, produktivitas getah kemenyan per pohon dipengaruhi oleh fenotipe warna kulit batang sebesar 34% dan jumlah penampakan bunga sebesar 20% serta pengaruh lingkungan dari faktor kelembaban relatif (RH) sebesar 23%, dan intensitas cahaya sebesar 23%.

Pengaruh lingkungan dan genetik terhadap produktivitas getah atau resin yang dihasilkan juga ditunjukkan oleh jenis lain, diantaranya Tusam (*Pinus merkusii*). Akan tetapi pada jenis ini, berdasarkan pendekatan nilai heritabilitas, intensitas produksi getah lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibanding lingkungannya. Dalam hal ini aspek anatomi saluran resin dipertimbangkan lebih mempengaruhi produksi getah (Susilowati *et al.*, 2013). Namun, pada pohon kemenyan toba, karakteristik saluran getah berbeda jika

dibandingkan dengan jenis Tusam. Saluran getah kemenyan merupakan saluran getah traumatik yang disebabkan perlakuan mekanis atau serangan hama dan terletak pada bagian kayu (*xylem*). Tetapi dalam penelitian ini faktor genetik berdasarkan nilai heritabilitas tidak dilakukan.

Berdasarkan informasi yang diperoleh, untuk memperoleh kondisi optimal dalam pembangunan hutan rakyat kemenyan, dapat dilakukan rekayasa faktor lingkungan melalui penerapan teknik silvikultur yang tepat dalam pengaturan jarak tanam dan pemeliharaan tegakan. Pengaturan jarak tanam yang tepat akan menciptakan ruang dan intensitas cahaya yang cukup sehingga dapat mendorong proses pembungaan berjalan lebih baik. Intensitas pembungaan yang cukup menciptakan kondisi fisiologis yang ideal bagi produktivitas getah yang optimal (Kholibrina, 2015). Pengamatan menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara intensitas pembungaan yang tinggi terhadap tingkat ketebalan dan kelekangan kulit batang yang memudahkan proses penyadapan getah. Dengan kulit yang lebih lekang, getah terkumpul lebih banyak dibalik kulit batang sehingga dapat meningkatkan hasil getah kemenyan yang dipanen. Selanjutnya, tegakan yang dipelihara dari gulma pengganggu akan mempengaruhi kelembaban relatif, temperatur dan intensitas cahaya yang mencapai tajuk tegakan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil analisis tandan menunjukkan terdapat empat kelompok kinerja pengelolaan hutan kemenyan yang menggambarkan tingkat produktivitas, intensitas pengelolaan, perbedaan kondisi lingkungan dan fenotipe tegakan kemenyan. Hasil analisis diskriminan mengidentifikasi empat faktor penentu produktivitas getah beserta bobotnya yakni warna kulit batang (34%), jumlah penampakan bunga (20%), kelembaban relatif (23%), dan intensitas cahaya di bawah naungan (23%). Informasi ini berguna untuk pengaturan teknik silvikultur yang paling sesuai seperti pola pencampuran dan jarak tanam.

B. Saran

Mempertimbangkan sangat terbatasnya riset-riset yang berkaitan dengan peningkatan produktivitas hasil hutan bukan kayu endemik di sekitar Danau Toba, beberapa temuan awal yang diperoleh diharapkan ditindaklanjuti. Saluran getah kemenyan merupakan saluran getah traumatik yang disebabkan perlukaan mekanis maupun alamis terletak pada bagian kayu (*xylem*). Namun, belum diketahui hubungan kuantitas getah terhadap perlukaan batangnya, sehingga perlu dilakukan analisis lanjutan terhadap hal tersebut. Beberapa keterbatasan yang dihadapi dalam penelitian ini juga dapat diatasi dengan penambahan jumlah sampel dan perumusan metode pengumpulan data yang lebih efektif.

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, R. Sadono, H. Supriyo, dan Hartono. (2015). Faktor-faktor Penentu Kekritisitas dan Pengembangan Kriteria Indikator Kekritisitas Ekosistem Gambut Tropika di Trumon dan Singkil Provinsi Aceh. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3): 172-183
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2013). Sumatera Utara dalam Angka 2013. Medan: BPS Provinsi Sumut.
- Correa-Metrio, A., K.R.C. Torres, and M.B. Bush. (2010). Quantifying Ecological Change through Discriminant Analysis: A Paleoecological Example from the Peruvian Amazon. *Journal of Vegetation Science*, 21 (4): 695-704.
- Dinas Pertanian Humbahas. (2009). Laporan Kegiatan Tahunan. Dinas Pertanian Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara.
- Fernández, C.G. (2004). Benzoin, a resin produced by *Styrax* trees in North Sumatra Province, Indonesia. *Forest products, livelihoods and conservation: case studies of non-timber forest product systems. volume 1-Asia*, p.148.
- Hueteto, G., Romain, G.K., Vlaere, S., Belarmain, F., Achille, E., Brice, S., Rodolphe, P. (2014). Effect of inventory plot patterns in the floristic analysis of tropical woodland and dense forest. *African Journal of Ecology*, 52 (3): 257-264.
- 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.
- Kholibrina, C.R. (2015). Pembungaan Pohon Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana*) di Arboretum Aek Nauli. *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Badan Litbang dan Inovasi.
- 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., S. Feleke, and W. Tadesse. (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.
- Netto, S.P., Tello, C.R., Wandresen, R.R. (2014). Size and shape of sample units in native forest and plantations. *Journal of Forestry*. 4: 379-389.
- Pretzsch, H., J. Dieler, and 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.
- Priyanto. (2007). Penerapan Analisa Diskriminan Dalam Pembedaan Kelas Umur Tegakan Pinus. *J. Manajemen Hutan Tropika*, 13 (3): 155-165.
- 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.
- Sitorus, S.R.P., Mashudi, dan O. Haridjaja. (2011). Pengembangan Kriteria dan Klasifikasi Lahan Kritis serta Keterkaitannya dengan Produktivitas Lahan di Kabupaten Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor, 30 November - 1 Desember 2010.
- Susilowati, A., Supriyanto, Siregar, I.Z., Wahyudi, I., and Corryanti. (2013). Genetic Variation, Heritability and Correlation between Resin Production Character of *Pinus merkusii* High Resin Yields (HRy) in Cijambu Seedling Seed Orchard (SSO). *Biotropia*, 20 (20): 122-133. doi: <http://dx.doi.org/10.11598/btb.2013.30.2.257>.
- Tilahun, M., L. Vranken, B. Muys, J. Deckers, K. Gebregziabher, K. Gebrehiwot, H. Hans Bauer, and E. Mathijs. (2012). Rural Households Demand for Frankincense Forest Conservation in Tigray: A Contingent 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.
- Van Wyk, M., Wingfield, B.D., Clegg, P.A. and Wingfield, M.J. (2009). *Ceratocystis larium* sp. nov., a new species from *Styrax benzoin* wounds associated with incense harvesting in Indonesia. *Persoonia*, 22, p.75.