

**PENENTUAN INDEKS KEPADATAN TEGAKAN SENGON DI HUTAN RAKYAT  
(KECAMATAN KRANGGAN DAN PRINGSURAT KABUPATEN TEMANGGUNG)****RONGGO SADONO<sup>1\*</sup> & AZIZ UMRONI<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Bagian Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

\*Email: rsadono@ugm.ac.id

<sup>2</sup>Alumni Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta**ABSTRACT**

*Stand Density Index (SDI) reflects stand productivity. Research on density index in community forest is very rare. The objective of this research was to determine stand density index in community forest by implementing Reineke's density index. There were 62 sample plots established representing density variation, management pattern, and land terrain. Stem diameter of saplings, poles and trees was measured in every plot. Allometry analysis was employed to draw the relation between the number of stem per hectare (N) and stem diameter at the average of basal area ( $d_{lbs}$ ). The result showed that the Reineke's density index could be applied with an adjustment in the reference stem diameter. Based on the accepted allometry coefficient and the minimum stem diameter at the average basal area of 20 cm, the equation of stand density index for community forest is proposed as follows:*

$$SDI = N (20/d_{lbs})^{-1,153}$$

**Keywords:** *Stand density index, community forest, allometry*

**INTISARI**

*Indeks kepadatan tegakan (SDI) berpengaruh pada produktifitas tegakan. Hutan rakyat memiliki karakteristik kepadatan tegakan yang berbeda dengan hutan tanaman seumur. Kajian SDI selama ini belum pernah dilakukan di hutan rakyat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat dengan pendekatan persamaan yang dikembangkan oleh Reineke. Sampel yang digunakan berjumlah 62 plot berdasarkan variasi kepadatan, pola pengelolaan dan kelerengan lahan. Analisis alometri digunakan untuk menggambarkan hubungan antara jumlah pohon per hektar (N/ha) dengan diameter pada rata-rata luas bidang dasar ( $d_{lbs}$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan SDI yang dikembangkan oleh Reineke dapat digunakan di hutan rakyat dengan penyesuaian nilai referensi diameter. Berdasarkan nilai koefisien alometri dan referensi diameter pada rata-rata luas bidang dasar sebesar 20 cm, maka dapat diajukan persamaan SDI untuk hutan rakyat sebagai berikut :*

$$SDI = N (20/d_{lbs})^{-1,153}$$

**Kata kunci:** *Indeks kepadatan, hutan rakyat, alometri*

## PENDAHULUAN

Penentuan indeks kepadatan tegakan merupakan salah satu bahan kajian untuk mempelajari produktivitas tegakan. Produktivitas tegakan dipengaruhi oleh ruang tumbuh, unsur hara dan ketersediaan sinar matahari. Laju pertumbuhan tegakan di hutan tanaman relatif sensitif terhadap variasi kepadatan, sedangkan di hutan alam stabilitas laju pertumbuhannya mempunyai kisaran nilai kepadatan tegakan yang lebih besar (Assman, 1970). Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa penentuan indeks kepadatan tegakan akan berkontribusi pada pemahaman mengenai laju pertumbuhan tegakan dan juga tingkat produktivitasnya.

Indeks kepadatan tegakan atau *Stand Density Index* (SDI) adalah suatu nilai yang menyatakan hubungan linier antara jumlah pohon (N) dalam suatu unit area dengan diameter pada rata-rata luas bidang dasar ( $d_{\text{lbs}}$ ). Bentuk hubungan logaritma alami antara N dan  $d_{\text{lbs}}$  adalah linier negatif, yang berarti antara kedua nilai tersebut berbanding terbalik. Selanjutnya kenaikan atau penurunan salah satu dari keduanya akan mempengaruhi produktivitas tegakan secara umum.

Luas bidang dasar adalah suatu parameter selain jumlah tanaman yang digunakan untuk menggambarkan stok atau sediaan tegakan. Penggunaan diameter pada rata-rata luas bidang dasar dipilih karena lebih erat hubungannya dengan volume tegakan dan akurat dalam menjelaskan okupasi tanaman dalam suatu areal (West, 2009).

SDI pada awalnya ditujukan untuk mengukur kepadatan relatif di tegakan spesies tunggal dan seumur. Sejak saat itu teori ini dikembangkan dan digeneralisasi di dalam tegakan campur dan

tidak seumur (Shaw, 2006). Perluasan penerapan SDI di Indonesia dilakukan oleh (Sadono, 2001) pada hutan produksi permanen dataran rendah di Kalimantan. Sementara itu penelitian serupa untuk penerapan indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat dengan menerapkan indeks kepadatan tegakan (Reineke, 1933).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di hutan rakyat Kecamatan Kranggan dan Pringsurat, Kabupaten Temanggung dengan ketinggian berkisar antara 500-800 m dpl. Secara geografis Kabupaten Temanggung terletak antara 7° 04' LS - 7° 24' LS dan 109°55' BT – 110° 19' BT. Tegakan hutan didominasi oleh sengon (*Falcataria molucana*) dengan tahun tanam 1998-2007. Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan 62 petak ukur (PU) seluas 0,1 hektar berbentuk persegi. Pada masing-masing kecamatan ditempatkan 31 PU dengan metode *stratified random sampling*. Data pokok yang dikumpulkan meliputi diameter tanaman sengon meliputi kelas sapihan (*saplings*), tiang (*poles*) sampai pohon (*trees*).

Pengolahan data secara ringkas dilakukan sebagai berikut (Laar & Akça, 2007):

1. Menghitung diameter pada rata-rata luas bidang dasar ( $d_{\text{lbs}}$ ) dan jumlah individu tanaman pada satuan luas hektar (N/ha), kemudian di-konversi dalam bentuk logaritma bilangan alam.
2. Membuat pencaran data antara kedua variabel, kemudian diteliti kelayakannya untuk digunakan sebagai referensi hubungan antara  $\ln(N/\text{ha})$  dan  $\ln(d_{\text{lbs}})$ .

3. Membuat kelas interval  $\ln d_{\text{lbd}}^2$  dan mencari nilai maksimum tiap kelasnya untuk dibuat analisis regresi dengan  $\ln (N/\text{ha})$  setelah dilakukan uji pencilan data.
4. Mengajukan nilai diameter referensi untuk hutan rakyat dan koefisien hasil analisis regresi digunakan sebagai penentuan indeks kepadatan.

Penutupan tanaman yang rendah, menyebabkan kepadatan tegakan menjadi rendah. Rata-rata penutupan tertingginya di bawah  $500 \text{ cm}^2$ . Sebagai ilustrasi, pohon dengan diameter 25 cm mempunyai luas bidang dasar  $490,6 \text{ cm}^2$ . Penutupan tanaman yang sangat jarang ini disebabkan oleh pengaruh banyaknya tanaman dengan diameter kecil.

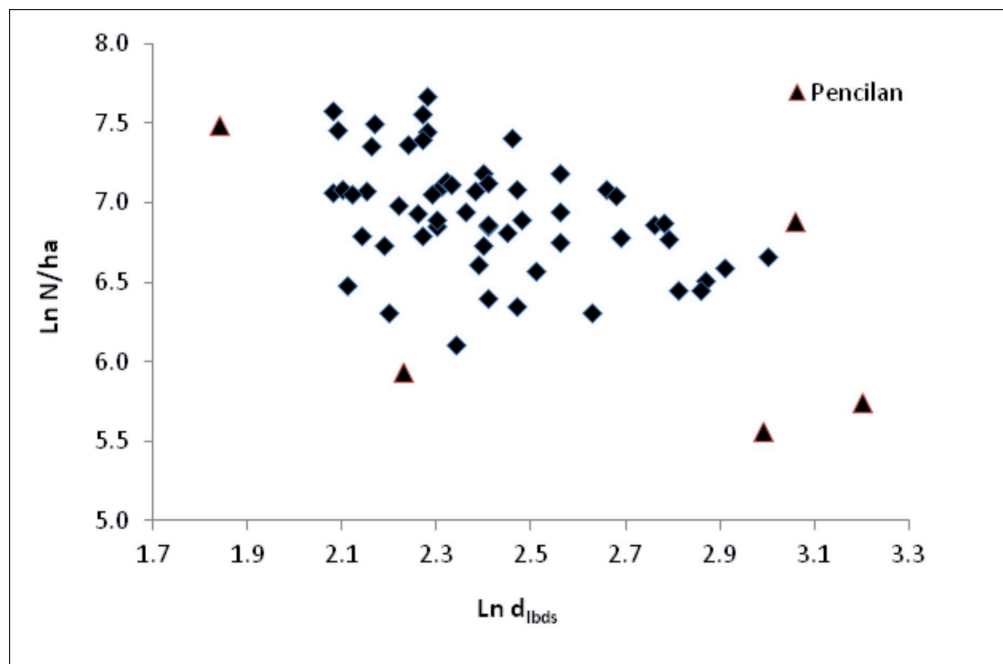
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Diameter pada rata-rata luas bidang dasar

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa dalam satu hektar, luas penutupan lahan oleh tanaman sebesar  $2,59 \text{ m}^2$ . Rata-rata luas penutupan per tanaman dalam satu hektar berkisar antara  $31,2 \text{ cm}^2 - 470,2 \text{ cm}^2$  sedangkan jumlah tanaman dalam satu hektar berkisar antara 260 - 2.140 batang. Selanjutnya diketahui pula bahwa diameter pada rata-rata luas bidang dasar berkisar antara  $6,31 \text{ cm} - 24,47 \text{ cm}$ . Hal ini menunjukkan bahwa ada penutupan yang sangat jarang dan jauh dari kondisi penuh sediaannya.

#### Pemencaran data

Hasil pemencaran nilai  $\ln N/\text{ha}$  dengan  $\ln d_{\text{lbd}}^2$  menunjukkan adanya pencilan (*outlier*) atau nilai ekstrem yang dapat menimbulkan bias dalam perhitungan. Bias sendiri harus diminimumkan karena dapat menurunkan akurasi hasil perhitungan. Untuk meminimumkan bias dilakukan dengan tidak mengikutkan pencilan dalam perhitungan. Pemisahan pencilan ini dilakukan dengan metode *grouping* atau *clasify* dengan dilihat secara okuler titik pemencaran yang terpisah dari grupnya. Pemencaran data dan identifikasi pencilan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pencar  $\ln N/\text{ha}$  dan  $\ln d_{\text{lbd}}^2$ , dan penandaan pencilan

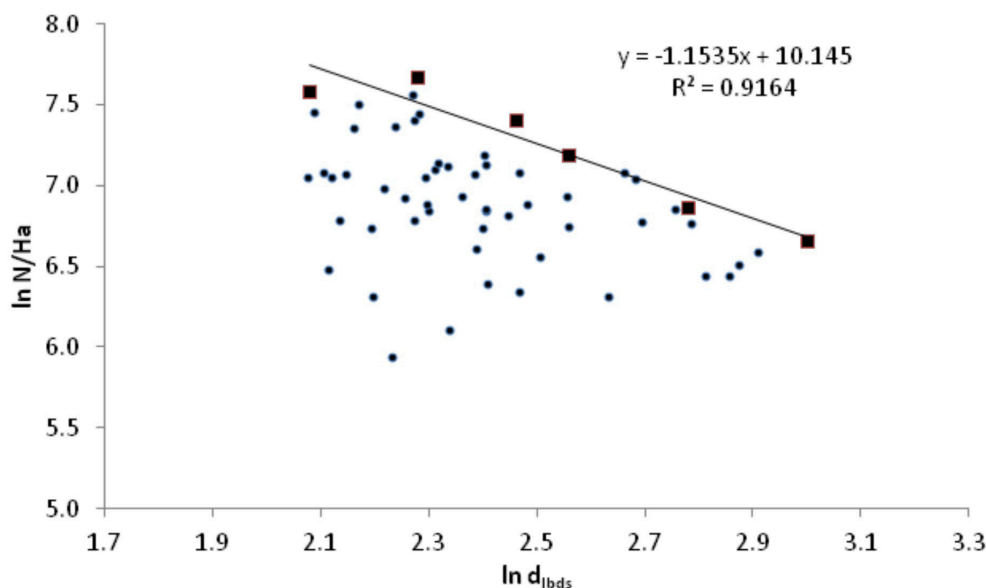
Dari hasil pemencaran data yang telah dibebaskan dari pencilan, diketahui bahwa rentang nilai  $\ln d_{lbd}$  berkisar antara 2,08 – 3,00. Selanjutnya rentang ini dibagi ke dalam 6 kelas interval dengan lebar kelas interval sebesar 0,15. Pada tiap-tiap kelas interval dicari nilai maksimum  $\ln N/ha$  (Tabel 1). Nilai maksimum dari masing-masing kelas interval merupakan cerminan kondisi maksimum untuk masing-masing kelas interval (Laar & Akça, 2007). Nilai maksimum wakil tiap kelas interval hanya berlaku pada periode penelitian dilakukan. Pada periode yang berbeda dapat saja tiap kelas interval dijumpai wakil yang berbeda.

**Garis regresi pendugaan indeks kepadatan tegakan hutan rakyat**

Nilai maksimum yang mewakili masing-masing kelas interval digunakan untuk mencari nilai koefisien garis regresi dari pemencaran data  $\ln N/ha$  dan  $\ln d_{lbd}$ . Wakil dari tiap kelas interval diberi simbol ■ dan garis yang menyinggung simbol tersebut merupakan garis regresi dari wakil tiap kelas interval. Nilai koefisien dari garis regresi tersebut sebesar - 1, 153 dengan koefisien determinasi  $R^2$  sebesar 0,916. Penarikan garis dan hasil persamaan regresi disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Nilai Maksimum  $\ln d_{lbd}$  dan  $\ln N/ha$  Tiap Kelas Interval

No.	Kelas Interval ( $\ln d_{lbd}$ )	Nilai maksimum wakil kelas	
		$\ln d_{lbd}$	$\ln N/ha$
1	2,08–2,23	2,08	7,58
2	2,23–2,38	2,28	7,67
3	2,38–2,53	2,46	7,41
4	2,53–2,68	2,56	7,19
5	2,68–2,83	2,78	6,87
6	2,83–3,00	3,00	6,66



Gambar 2. Diagram pencar tiap kelas interval dan garis regresinya

Nilai garis yang menyinggung beberapa titik wakil setiap kelas interval  $d_{lbs}$  menunjukkan pola hubungan antara  $N/ha$  dan  $d_{ba}$ . Garis regresi yang dihasilkan mempunyai tingkat kecocokan yang tinggi, yaitu 92%. Nilai ini sangat memadai untuk mengetahui persentase kontribusi variabel bebas di dalam menjelaskan variabel terikatnya. Angka 92% menunjukkan proporsi variasi variabel terikat ( $\ln N/ha$ ) yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas ( $\ln d_{lbs}$ ), sedangkan 8% sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang belum diketahui. Hasil dari uji t yang dilakukan, menunjukkan nilai koefisien regresi (*slope*) yang signifikan tidak sama dengan 0 (nol), yang berarti bahwa garis regresi yang diperoleh bermakna.

Koefisien regresi pada penentuan indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat sengon ini sebesar -1,153 adalah nilai yang diperoleh berdasarkan kondisi obyektif dari hutan rakyat. Adanya perbedaan dengan koefisien alometri (Reineke, 1933; Sadono, 2001) bukan tidak mungkin terjadi, hal ini dikarenakan karakteristik tapak dan tegakan penelitian yang berbeda. Keadaan seperti ini lazim terjadi, seperti hasil penelitian yang dilaporkan oleh (Pretzsch & Biber 2005) pada empat spesies di Jerman, yaitu *beech*, *spruce*, *pine* dan *oak*. Nilai koefisien alometri masing masing spesies berturut-turut adalah -1,789; -1,664; -1,593 dan -1,424.

### Kondisi tegakan di tapak penelitian

Kondisi hutan rakyat yang dikelola oleh masyarakat dan kegiatan penanaman pohon yang dilakukan di atas lahan milik rakyat memberikan umpan balik yang menarik bagi peneliti. Kondisi obyektif hutan rakyat terlihat dari pengelolaannya secara subsisten dan dilakukan secara individual pada lahan miliknya (Awang, 2004). Hal ini

menggambarkan bahwa hutan rakyat tidak mengelompok pada satu hamparan tetapi tersebar berdasarkan letak, luas pemilikan dan keragaman pola usaha tani (Firman, 2007). Pengelolaan secara subsisten artinya pemanenan dilakukan sesuai kebutuhan keluarga atau lazim disebut dengan tebang butuh, misalnya untuk biaya sekolah, hajatan, dan memenuhi kebutuhan konstruksi rumah sendiri.

Persamaan *Stand Density Index* oleh Reineke (1933) didasarkan pada hubungan antara diameter pada rata-rata luas bidang dasar dengan jumlah pohon per unit area di dalam tegakan kepadatan penuh (*fullstock*) dan tanpa perlakuan (Pretzsch & Biber, 2005). Hubungan antara jumlah pohon ( $N/ha$ ) dan diameter pada rata-rata luas bidang dasar ( $d_{lbs}$ ) mempunyai semacam hubungan alometri untuk banyak spesies tanaman dalam kondisi penjarangan alami (*self thinning*). SDI cocok untuk menaksir tingkat produksi tegakan tua tanpa penjarangan (Sadono, 2001). Keterangan di atas menggambarkan bahwa tegakan yang digunakan oleh Reineke adalah dalam kepadatan penuh tanpa perlakuan dan dalam kondisi penjarangan alami yang kondisi demikian tidak mudah ditemukan di hutan rakyat.

Stok adalah indikasi dari jumlah pohon dalam suatu tegakan terhadap jumlah pohon yang menghasilkan pertumbuhan terbaik sesuai dengan tujuan pengelolaan hutan (Davis & Johnson, 1987). Stok merupakan tingkat kepadatan suatu tegakan yang telah cukup dan sesuai untuk tujuan pengelolaan tertentu. Kepadatan penuh (*fully stocked*) adalah suatu keadaan tegakan yang ruang tumbuhnya dimanfaatkan secara penuh (Avery & Burkhart, 2002).

Reineke (1933) mengemukakan gagasannya tentang indeks kepadatan tegakan di dalam hutan pada kondisi kepadatan penuh dan tak dikelola

(*fully stocked unmanaged*), dan pada hutan yang memiliki mekanisme penjarangan alami. Kondisi hutan rakyat dengan karakteristik tegakan dan pengelolanya tidak bisa disamakan dengan tegakan yang digunakan oleh Reineke (1933). Pola yang subsisten menyebabkan hutan rakyat tidak mampu mencapai kondisi kepadatan penuh. Masyarakat dalam mengusahakan hutan rakyat selalu memberikan perlakuan dari mulai penanaman, pemeliharaannya, bahkan sampai pemanenan walaupun dalam intensitas yang minimalis. Akibatnya kondisi tak dikelola dan penjarangan alami tidak terpenuhi karena pada tegakan hutan rakyat dilakukan penjarangan atau tebang butuh.

Karakteristik tegakan di atas bukan menjadi syarat terpenuhinya persamaan indeks kepadatan tegakan. Faktor tegakan dan perlakuannya tersebut adalah dalam konteks penelitian dari teori indeks kepadatan tegakan yang dikemukakan oleh Reineke. Hasil perhitungan menunjukkan koefisien regresi yang diperoleh selalu negatif dan relatif mendekati koefisien alometri Reineke. Ini berarti bahwa dari koefisien alometri penelitian menunjukkan adanya relevansi yang positif dengan teori.

Titik tertinggi terdapat pada absis dan ordinat (3,06 ; 6,88) atau pada plot TP 15. Plot ini mempunyai luas bidang dasar dan diameter pada rata-rata luas bidang dasar berturut-turut sebesar 34,93 m<sup>2</sup>/ha dan 21,41 cm. Jumlah pohon di plot tersebut sebanyak 97 pohon sehingga dalam plot tersebut rata-rata setiap pohon mempunyai diameter 17,63 cm. Tegakan rata-rata berumur belasan tahun dan menurut pemiliknya sudah masuk masa tebang. Plot ini adalah salah satu dari beberapa plot yang masuk masa tebang dan mendekati kondisi kepadatan penuh dengan tajuk yang hampir

menutup seluruh permukaan tanah dan dipenuhi oleh sengon dengan diameter yang relatif besar dengan tinggi rata-rata mencapai 25 m.

Nilai  $\ln N/ha$  dan  $\ln d_{lbd}$  yang sama-sama tinggi ataupun sebaliknya tidak serta merta membuat nilai kepadatan tegakan menjadi tinggi atau rendah. Nilai kepadatan tegakan sangat tergantung pada proporsi  $\ln N/ha$  dan  $\ln d_{lbd}$  dan adakalanya  $\ln N/ha$  rendah namun nilai  $\ln d_{lbd}$  tinggi, mempunyai kepadatan tegakan yang tinggi. Secara teori hubungan keduanya akan selalu negatif dan besarnya kepadatan tegakan sangat tergantung pada proporsi antara  $N/ha$  dan  $d_{lbd}$ .

SDI dideskripsikan sebagai kepadatan tegakan dengan diameter pada rata-rata luas bidang dasar dan jumlah pohon per hektar yang berhubungan secara alometri. Perhitungan dari tegakan yang digunakan oleh Reineke (1933) dari pohon dalam tegakan ini mempunyai diameter pada rata-rata luas bidang dasar yang mendekati sepuluh inci (= 25,4 cm; inci = 2,54 cm) atau dibulatkan menjadi 25 cm, seperti yang digunakan di Jerman (Pretzsch & Biber, 2005). Rumus SDI yang dikemukakan oleh Reineke (1933) adalah :

$$SDI = N \left( \frac{25}{d_{lbd}} \right)^{-1,605}$$

Indeks kepadatan tegakan yang diajukan oleh Reineke (1933) dengan menggunakan pendekatan diameter pada rata-rata luas bidang dasar yang mendekati 10 inci atau 25,4 cm memerlukan penyesuaian agar dapat digunakan di tegakan hutan rakyat. Diameter pada rata-rata luas bidang dasar sebesar 25 cm atau 10 inci sebagai referensi menjadi kurang cocok digunakan di tegakan hutan rakyat. Nilai ini tidak ditemukan di tegakan hutan rakyat karena rentang nilai  $d_{lbd}$  yang lebih rendah daripada tegakan yang digunakan oleh Reineke.

Dari hasil diagram pencar (Gambar 2) diketahui bahwa rentang nilai  $d_{l\text{bds}}$  antara 1,84 - 3,20 sedangkan nilai  $\ln 25$  adalah 3,22. Ini berarti bahwa nilai  $d_{l\text{bds}} 25$  cm ada di luar rentang daerah pemencaran  $d_{l\text{bds}}$  dalam penelitian. Hal ini juga diperkuat dengan kondisi obyektif dari hutan rakyat, menyebabkan tidak mudah menemukan plot dengan nilai  $d_{l\text{bds}} = 25$  cm dalam setiap plotnya.

Definisi pohon menurut pengertian silvikultur adalah berdiameter setinggi dada (dbh)  $\geq 20$  cm. Dengan mempertimbangan kesesuaian dengan kondisi lokasi penelitian, maka diajukan nilai referensi diameter berdasarkan batas minimum diameter menurut definisi silvikultur sebesar 20 cm. Dengan demikian indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat dapat didekati menggunakan metode Reineke (1933). Formula yang diajukan adalah sebagai berikut :

$$SDI = N \left( \frac{20}{d_{l\text{bds}}} \right)^{-1,605}$$

Persamaan tersebut hanya berlaku di lokasi penelitian. Reineke (1933) mengembangkan persamaan dengan mengabaikan jenis tumbuhan, struktur tegakan, dan kondisi tapak. Kondisi tapak yang berbeda menyebabkan tingkat pertumbuhan yang berbeda pula. Hal ini menjadikan variabel lingkungan yang diabaikan Reineke (1933) dan di dalam perhitungan perlu untuk diperhatikan sebagai konteks penelitian meskipun tidak diikutkan dalam perhitungan. Persamaan tersebut akan relevan apabila digunakan di lokasi yang mempunyai ciri dan karakteristik yang relatif sama.

Reineke (1933) melakukan penelitian di hutan dalam kondisi kepadatan penuh dan tak ada penjarangan. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan tidak mudah menemukan plot seperti kriteria yang diajukan Reineke (1933) namun

bukan berarti kondisi tersebut tidak mungkin terjadi di hutan rakyat. Kondisi kepadatan penuh didekati dengan wakil kelas interval  $d_{l\text{bds}}$  yang tertinggi kepadatannya.

Diameter adalah fungsi dari waktu dan kepadatan tegakan. Bertambahnya waktu akan menambah pertumbuhan diameter yang berpengaruh terhadap kepadatan. Proses ini menjadikan perhitungan SDI seperti yang tersebut di atas bersifat dinamis. Nilai koefisien alometri  $b = -1,153$  setelah tahun ke- $x$  dapat saja berubah. Bertambahnya diameter akan menggeser garis regresi ke kanan atas sehingga nilai koefisien alometri akan bertambah. Penggunaan persamaan SDI seperti yang tersebut di atas dapat diterapkan untuk penjarangan (*thinning*) pohon dalam suatu unit area. Seperti misalnya Plot TK 19 dimana  $N = 2140$  dan  $d_{l\text{bds}} = 9,73$  mempunyai nilai  $SDI_{\text{maksimum}}$  sebesar :

$$SDI = 2140 \left( \frac{20}{9,73} \right)^{-1,153} = 932$$

Jika nilai tersebut dibawa ke puluhan terdekat maka nilai SDI di plot tersebut sebesar 930. Nilai ini dapat dipakai sebagai referensi untuk plot-plot lain dengan nilai SDI berada di bawah nilai referensi. Suatu tegakan dengan kepadatan di bawah nilai SDI referensi maka masih ada kemungkinan untuk ditingkatkan kepadatannya, misalnya dengan penambahan individu pohon atau pertumbuhan diameter pohon penyusun tegakan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Persamaan indeks kepadatan tegakan yang dikembangkan oleh Reineke dapat diterapkan di hutan rakyat. Indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat dapat ditentukan dengan formula:

$$SDI = N \left( \frac{20}{d_{lbs}} \right)^{-1,153}$$

Indeks kepadatan tegakan di hutan rakyat yang diajukan perlu disediakan plot pengamatan permanen untuk pemantauan pertumbuhannya. Selanjutnya diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan dan kondisi penuh sediaanannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas kerjasama yang baik dengan PT. Darma Satya Nusantara (PT. DSN). Oleh sebab itu kami ucapkan banyak terima kasih kepada Manajemen PT. DSN yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada tim peneliti yang juga menggunakan lokasi yang sama. Selanjutnya kami ucapkan terima kasih kepada para reviewer yang telah menjadikan naskah menjadi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assman E. 1970. *The Principles of Forest Yield Study*. Pergamon Press, New York.
- Avery TE & HE Burkhart. 2002. *Forest Measurements*. 5th Ed. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Awang SA. 2004. *Dekonstruksi Sosial Forestri : Reposisi Masyarakat dan Keadilan Lingkungan*. Bigraf, Yogyakarta. Hlm. 10;100.
- Davis SL & K. Johnson. 1987. *Forest Management*. McGraw-Hill, Inc. USA.
- Firman M. 2007. *Pengembangan Hutan Rakyat*. Proceeding Seminar Nasional. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hlm. 9.
- Laar A van & A. Akça. 2007. *Forest Mensuration*. Springer.
- Pretzsch H & Biber P. 2005. A Re -Evaluation of Reineke's Rule and Stand Density Index. For. Sci. USDA Forest Service, Pennsylvania. 51(4): 304-320 pp. Disunting dari: <http://www.ncrs.fs.fed.us/pdf/>.
- Reineke LH. 1933. *Perfecting a Stand Density Index for Even Age Forest*. Journal of Agriculture Research.
- West PW. 2009. *Tree and Forest Measurement*. 2nd Ed. Springer.
- Sadono R. 2001. Penentuan Indeks Kepadatan Tegakan pada Hutan Produksi Permanen Dataran Rendah di Kalimantan. Buletin Kehutanan. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. No. 48: 21-34.
- Shaw JD. 2006. *Reineke's Stand Density Index: Where Are We and Where Do We Go From Here?*. Proceeding Society of American Foresters 2005 National Convention. USDA Forest Service. Pennsylvania. 1-13pp. Disunting dari : <http://www.ncrs.fs.fed.us/pdf/> (18-06-2008)