

PENENTUAN BENTUK DAN UKURAN PLOT CONTOH OPTIMAL PENGUKURAN KEANEKARAGAMAN SPESIES TUMBUHAN DI HUTAN PEGUNUNGAN BAWAH

(Determining of Shape and Dimensions Optimal Sampling Plot for Measuring of Plant Biodiversity in Highland Tropical Rain Forest)

M. ADLAN ALI¹⁾, AGUS HIKMAT²⁾ DAN YANTO SANTOSA³⁾

¹⁾Mahasiswa Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor

^{2,3)} Dosen Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB
Email: adlan.ali874910@apps.ipb.ac.id

Diterima 29 April 2016 / Disetujui 4 Agustus 2016

ABSTRACT

Several recent books have focused on the importance of biological diversity but none contain precise methodologies to measure it. The purpose of this study is to determine the shape and size optimal sampling plot to measure the plant species diversity in highland tropical rain forest base in a case study on the Betung Kerihun National Park (TNBK). Data were collected in the TNBK, Kapuas Hulu Regency, East Kalimantan on July till August 2015. The data collection was carried out by making five shape sampling plot such as rectangle and square with different size. Variables collected are the number of individuals species of plant from seedlings, saplings, poles, and trees. Data were analyzed using Annonova test and least significance difference (BNT). The result showed that the total species richness observed on squares and rectangles plot respectively 306, 761, 142, 265, and 156 species of plants with the dominant are Dipterocarpaceae Family. The optimal dimensions plot for measurement the plant diversity are rectangular shape with dimensions of length adhering the contour with a size 50x200 m².

Keywords: dimensions, optimal plot, shape, species richness

ABSTRAK

Inventarisasi keanekaragaman hayati di daerah tropis yang banyak dilakukan oleh para peneliti belum memiliki standar plot optimal padahal banyak buku dan jurnal penelitian yang membahas tentang pentingnya keanekaragaman hayati. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan bentuk dan ukuran plot contoh yang optimal untuk mengukur keanekaragaman spesies tumbuhan di hutan hujan pegunungan bawah studi kasus di Taman Nasional Betung Kerihun. Pengambilan data dilakukan di Taman Nasional Betung Kerihun, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Timur pada bulan Juli-Agustus 2015. Pengumpulan data dilakukan dengan membuat lima bentuk plot contoh berbentuk persegi panjang dan bujur sangkar dengan ukuran berbeda-beda. Variabel yang dikumpulkan adalah jumlah individu dari spesies-spesies tumbuhan pada tingkat semai, pancang, tiang dan pohon. Data dianalisis menggunakan uji Annonova dan uji lanjutan menggunakan uji beda nyata terkecil (*least significance difference*) atau BNT. Hasil penelitian memperoleh kekayaan spesies total pada plot pengamatan bujur sangkar dan persegi panjang masing-masing 306, 761, 142, 265, dan 156 spesies tumbuhan dengan tumbuhan dominan dari famili Dipterocarpaceae. Ukuran plot optimal untuk pengukuran keanekaragaman tumbuhan berbentuk persegi panjang dengan dimensi panjang mengikuti garis kontur dengan ukuran 50x200 m².

Kata kunci: bentuk, kekayaan spesies, plot optimal, ukuran

PENDAHULUAN

Ekosistem merupakan suatu kesatuan habitat yang menyediakan kebutuhan hidup untuk makhluk hidup (Fachrul 2008). Keberadaan ekosistem merupakan sumber pemanfaatan ekologi untuk kebutuhan energi, pangan, obat dan kebutuhan lain untuk menunjang proses kehidupan manusia. Kebutuhan manusia yang tinggi terhadap ekosistem menjadi sumber penurunan dan hilangnya keanekaragaman hayati (Rivera *et al.* 2000) yang menyebabkan perubahan struktur ekosistem bahkan komunitas ekologi (Fachrul 2008). Penurunan dan hilangnya keanekaragaman hayati pada beberapa dekade terakhir ini menjadi perhatian penting di bidang politik, ekonomi, serta lingkungan (Dufour *et al.* 2006).

Untuk mengurangi dan mencegah terjadinya kehilangan keanekaragaman hayati maka perlu dilakukan pengelolaan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan yang menerapkan asas konservasi keanekaragaman hayati.

Rencana konservasi yang efektif membutuhkan perkiraan yang akurat dari data spesies dan ekosistem yang akan dikelola dan dilindungi (Hernandez *et al.* 2006). Condit (1998) mengatakan bahwa data keanekaragaman hayati yang akurat akan diperoleh dari sensus keanekaragaman hayati yang terdapat dalam suatu ekosistem atau ekologi tertentu. Akan tetapi luasnya wilayah sensus, keterbatasan dana, waktu dan sumberdaya manusia yang tersedia untuk melakukan kegiatan tersebut menjadi kendala (Cochran 1977). Oleh

karena itu untuk memperoleh data tersebut maka diperlukan inventarisasi data keberadaan keanekaragaman hayati di dalam suatu ekosistem atau komunitas tersebut melalui sampling keanekaragaman hayati.

Potts *et al.* (2005) menjelaskan bahwa inventarisasi keanekaragaman tumbuhan yang ideal harus menghasilkan data kekayaan spesies, persentase spesies endemik dalam komunitas, dan kedekatan biogeografi dari spesies dalam komunitas tumbuhan tersebut serta hubungan sistematis flora termasuk kekayaan spesies di taksa yang lebih tinggi. Keeley dan Fotheringham (2005) menjelaskan bahwa data empiris dari keanekaragaman hayati yang diperoleh dari inventarisasi menggunakan desain sampling yang berbeda akan menghasilkan keanekaragaman jenis yang berbeda. Laurance *et al.* (1998) juga menjelaskan bahwa untuk menghindari terjadinya bias keanekaragaman hayati dalam inventarisasi maka perlu dilakukan modifikasi bentuk dan ukuran plot sampling.

Laurance *et al.* (1998) melakukan inventarisasi tumbuhan dengan bentuk plot bujur sangkar dan persegi panjang dengan ukuran (100x100 m²) dan (40x250 m²) untuk melihat bias kekayaan spesies pada perbedaan bentuk plot pengamatan, Mueller-Dumbois dan Ellenberg (1974) melakukan inventarisasi tumbuhan dengan menggunakan *nested* plot berbentuk plot bujur sangkar dengan luasan 8x8 m², Whittaker (1977) dan Shmida (1984) membuat plot standar untuk inventarisasi keanekaragaman hayati berbentuk persegi panjang dengan ukuran 20x50 m², Stohlgren (1994) menggunakan plot persegi panjang berukuran 10x100 m² untuk inventarisasi keanekaragaman tumbuhan, kemudian Stohlgren *et al.* (1995) melakukan modifikasi plot Whittaker (1997) dan plot Stohlgren (1994) menjadi plot berukuran 20x50 m² dengan sub plot tambahan untuk pengamatan setiap tingkat pertumbuhan tanaman, Chiarucci *et al.* (2001) menggunakan plot pengukuran untuk analisis keanekaragaman tumbuhan pada skala

sapasial berbeda dengan bentuk bujur sangkar yang memodifikasi sub plot pengamatan anakan tumbuhan dan Baccaro *et al.* (2015) melakukan modifikasi bentuk persegi panjang dan bujur sangkar dengan luasan 0,01 ha.

Kusuma (2007) memperoleh bentuk dan ukuran plot optimal untuk inventarisasi tumbuhan di hutan hujan dataran rendah Taman Nasional Kutai berbentuk bujur sangkar dengan luas 1.600 m² untuk tingkat pancang dan 12.800 m² untuk tingkat pohon. Sedangkan untuk hutan hujan tropis dataran tinggi belum terdapat penelitian tentang bentuk dan ukuran plot standar untuk inventarisasi tumbuhan, oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian tentang hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan bentuk dan ukuran plot contoh yang optimal untuk mengukur keanekaragaman spesies tumbuhan di hutan hujan pegunungan bawah studi kasus di Taman Nasional Betung Kerihun.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan di Taman Nasional Betung Kerihun, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Timur. Kegiatan pengambilan data dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2015. Variabel yang dikumpulkan adalah jumlah individu dari spesies-spesies tumbuhan pada tingkat semai, pancang, tiang dan pohon sesuai kriteria yang diberikan Hidayat dan Hardiansyah (2012), yaitu tingkat Pertumbuhan semai (permudaan tingkat kecambah sampai setinggi <1,5 m), pancang (permudaan dengan tinggi >1,5 m sampai pohon muda yang berdiameter <10 cm), tiang (pohon muda berdiameter 10 sampai dengan 20 cm), dan untuk pohon dewasa (diameter >20 cm). Kajian inventarisasi kekayaan spesies dikumpulkan di lima titik pengamatan berbeda dengan total plot pengamatan sebanyak 40 plot contoh berbentuk bujur sangkar dan persegi panjang dengan ukuran plot tersaji pada Tabel 1.

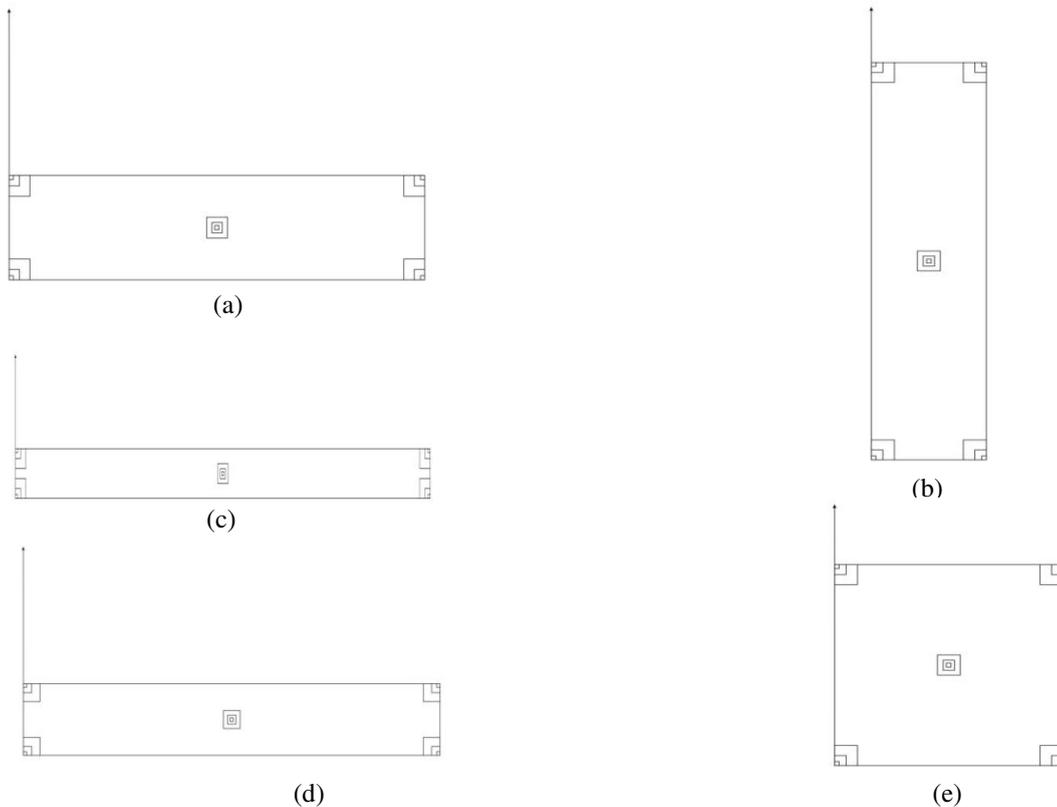
Tabel 1 Bentuk dan luas plot contoh

No	Dimensi (m)		Luas Plot (m ²)	No	Dimensi (m)		Luas Plot (m ²)
	Lebar plot	Panjang			Lebar plot	Panjang	
1	100	100	10.000	6	100	600	60.000
	200	50	10.000		200	300	60.000
	250	40	10.000		250	240	60.000
	25	400	10.000		25	2400	60.000
	50	200	10.000		50	1200	60.000
2	100	200	20.000	7	100	700	70.000
	200	100	20.000		200	350	70.000
	250	80	20.000		250	280	70.000
	25	800	20.000		25	2800	70.000
	50	400	20.000		50	1400	70.000
3	100	300	30.000	8	100	800	80.000
	200	150	30.000		200	400	80.000
	250	120	30.000		250	320	80.000
	25	1200	30.000		25	3200	80.000
	50	600	30.000		50	1600	80.000

No	Dimensi (m)		Luas Plot (m ²)	No	Dimensi (m)		Luas Plot (m ²)
	Lebar plot	Panjang			Lebar plot	Panjang	
4	100	400	40.000	9	100	900	90.000
	200	200	40.000		200	450	90.000
	250	160	40.000		250	360	90.000
	25	1600	40.000		25	3600	90.000
	50	800	40.000		50	1800	90.000
5	100	500	50.000	10	100	1000	100.000
	200	250	50.000		200	500	100.000
	250	200	50.000		250	400	100.000
	25	2000	50.000		25	4000	100.000
	50	1000	50.000		50	2000	100.000

Pengambilan plot contoh dari setiap bentuk dan ukuran plot pengamatan serta pengulangannya dilakukan pada setiap perbedaan ketinggian 50 meter dari permukaan laut hingga mencapai ketinggian 700 meter

dari permukaan laut. Bentuk dan ukuran plot pengamatan yang digunakan pada saat pengamatan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dan ukuran plot pengamatan kajian inventarisasi kekayaan tumbuhan di hutan pegunungan bawah a. plot persegi panjang dengan ukuran 50x200 m² b. plot persegi panjang dengan ukuran 25x400 m² c. plot persegi panjang dengan ukuran 200x50 m² d. plot persegi panjang dengan ukuran 40x250 m² e. plot bujur sangkar dengan ukuran 100x100 m² dan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kekayaan Spesies

Ukuran keanekaragaman hayati dari hasil inventarisasi dapat dinyatakan dalam bentuk indeks keanekaragaman hayati atau dengan nilai kekayaan spesies yang terukur secara langsung. Pengukuran

kekayaan spesies merupakan hal yang paling mendasar dalam melakukan pengukuran keanekaragaman hayati (Ludwig dan Reynolds 1988, Krebs 1989). Hal ini sesuai dengan pernyataan Cowell and Coddington (1994) yang menyatakan bahwa kekayaan spesies merupakan suatu hal mendasar untuk berbagai bidang dalam ekologi komunitas. Pengukuran kekayaan spesies pertama kali

dilakukan dengan mengukur jumlah spesies dalam individu (Colwell *et al.* 2012), akan tetapi banyak penelitian lain menggunakan pengukuran kekayaan spesies berdasarkan sampling area atau plot area. Pada penelitian ini ukuran kekayaan spesies yang digunakan untuk mengkaji bentuk dan ukuran plot optimal adalah nilai kekayaan spesies yang terukur secara langsung karena nilai tersebut belum dipengaruhi oleh nilai peubah seperti pada nilai indeks keanekaragaman hayati.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kekayaan spesies tertinggi pada pengamatan diperoleh dari bentuk

plot persegi panjang berukuran 50x200 m² dengan kekayaan spesies total 761 spesies dan rata-rata spesies pada setiap plot pengamatan sebanyak 95 spesies, sedangkan kekayaan spesies terendah pada plot pengamatan teramati pada plot persegi panjang dengan ukuran 25x400 dengan kekayaan spesies total 142 spesies dan rata-rata spesies pada setiap plot pengamatan sebanyak 17 spesies. Hasil pengamatan kekayaan spesies pada setiap pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kekayaan spesies hasil pengamatan pada setiap bentuk dan ukuran plot serta ulangan

Ulangan	Ukuran plot					Total	Rata-rata
	50x200	25x400	250x40	200x50	100x100		
U1	85	12	26	21	38	182	36,4
U2	88	22	24	24	52	210	42
U3	106	18	35	18	32	209	41,8
U4	87	19	30	13	32	181	36,2
U5	57	15	36	21	47	176	35,2
U6	121	14	40	18	31	224	44,8
U7	114	23	30	19	48	234	46,8
U8	103	19	44	22	26	214	42,8
Total	761	142	265	156	306	1630	
Rata-rata	95,125	17,75	33,125	19,5	38,25	203,75	

Berdasarkan hasil analisis kekayaan spesies pada setiap plot pengamatan, family yang paling mendominasi di seluruh kawasan TNBK yaitu Famili Dipterocarpaceae dengan spesies yang sering di temukan yaitu Laap (*Shorea ovalis*), Bebunyo (*Saraca declinata*), Tegong (*Shorea falcifera*), Mukokore (*Shorea faquetiana*), Ketemuhi (*Hopea griffithi*), Mowah (*Hopea mengarawan*), Koladan (*Dryobalanops aromatica*), Keladan (*Dryobalanops beccari*).

Kekayaan spesies yang diperoleh pada pengamatan ini berbeda dengan hasil penelitian Soedjito (1999) yang berhasil menginventarisasi dan mengidentifikasi keanekaragaman spesies tumbuhan tingkat tinggi di TNBK mencapai 1.217 spesies yang termasuk kedalam 418 genus dan 110 famili, yang di dalamnya terdapat 75 spesies endemik Kalimantan. Perbedaan ini diperoleh karena hasil penelitian ini hanya dilakukan pada ekosistem hutan hujan pegunungan bawah sedangkan penelitian Soedjito (1999) melakukan inventarisasi pada setiap ekosistem hutan hujan di TNBK.

Hasil inventarisasi kekayaan spesies tumbuhan tingkat tinggi yang diperoleh berdasarkan pengamatan menggunakan plot persegi panjang dengan ukuran 50x200 m² belum dapat disimpulkan sebagai bentuk plot optimal untuk inventarisasi tumbuhan. Untuk memperoleh bentuk dan ukuran plot optimal yang dapat digunakan untuk inventarisasi kekayaan spesies tumbuhan tingkat tinggi perlu dilakukan uji lanjutan

terhadap hasil inventarisasi kekayaan spesies yang diperoleh.

2. Bentuk dan Ukuran Plot Optimal

Ukuran dan bentuk plot pengamatan merupakan hal yang paling fundamental dalam melakukan inventarisasi keanekaragaman hayati (Krebs 1989, Laurance *et al.* 1998, Stohlgren *et al.* 1995). Bentuk plot yang berbeda dengan ukuran yang sama memiliki keliling yang berbeda (Kusuma 2007) yang disebut dengan *edge effect* (Krebs 1989). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat variasi kekayaan spesies yang diperoleh menggunakan plot bujursangkar dan plot persegi panjang (Tabel 2). Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Laurance *et al.* (1998) dan Kusuma (2007) yang menemukan bahwa bentuk plot persegi panjang dapat mencakup keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk plot bujursangkar.

Berdasarkan hasil uji ANOVA terdapat pengaruh nyata dari bentuk dan ukuran plot pengukuran kekayaan spesies terhadap hasil pengukuran kekayaan spesies yang diperoleh di lapangan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai P-value pada taraf nyata 95% hamper mendekati 0 dan nilai F_{hitung} lebih besar dibandingkan F_{tabel} , hal ini mengindikasikan bahwa perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui bentuk dan ukuran plot optimal untuk melakukan inventarisasi kekayaan spesies tumbuhan di hutan hujan pegunungan bawah (Mattjikdan Sumertajaya 2013).

Tabel 3 Hasil Uji ANOVA pengaruh bentuk dan ukuran plot terhadap nilai kekayaan spesies tumbuhan yang diperoleh di lapangan.

Sumber Keragaman	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Antar Kelompok	32.012,8	4	8.003,19	69,4592	3,73 ^{E-16}	2,641465
Dalam Kelompok	4.032,75	35	115,221			
Total	36.045,5	39				

Uji lanjutan yang digunakan untuk mengetahui bentuk dan ukuran plot optimal pengukuran kekayaan spesies tumbuhan tinggi di hutan hujan pegunungan bawah yaitu uji beda nyata terkecil (*least significance difference*) atau BNT. Berdasarkan asumsi bahwa perbedaan nilai absolut kekayaan spesies yang diperoleh dari pengukuran menggunakan dua ukuran plot berbeda lebih besar dari nilai BNT ($|Y_n - Y_{(n')}| > BNT$) merupakan ukuran perbedaan plot, maka ukuran plot yang tidak berbeda nyata tidak memiliki pengaruh terhadap nilai kekayaan spesies yang di ukur.

Berdasarkan hasil uji BNT yang ditabulasikan pada Tabel 4 diperoleh bahwa bentuk plot persegi panjang dengan ukuran 25x400 m² dan ukuran 200x50 m² tidak menunjukkan adanya perbedaan hasil yang nyata untuk pengukuran kekayaan jenis spesies, hal yang serupa juga terlihat pada bentuk plot persegi panjang dengan ukuran 250x40 m² dan bentuk bujur sangkar. Sedangkan bentuk persegi panjang dengan ukuran plot 50x200 m² menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan dengan bentuk dan ukuran plot lainnya.

Tabel 4 Hasil uji BNT pengaruh ukuran plot terhadap nilai kekayaan spesies tumbuhan

Ukuran Plot	Ukuran Plot				
	50x200	25x400	250x40	200x50	100x100
50x200	0	77,4	62	75,6	56,9
25x400		0	15,4	1,75 ^{ns}	20,5
250x40			0	13,6	5,1 ^{ns}
200x50				0	18,8
100x100					0

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

Menurut Krebs (1989) dan Kusuma (2007), bentuk plot persegi panjang akan memperoleh nilai kekayaan ataupun keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dibandingkan plot bujursangkar karena bentuk ini akan mencakup area yang lebih panjang dan mencakup perbedaan ketinggian tempat yang lebih besar dibandingkan dengan bujur sangkar. Akan tetapi pada penelitian ini tidak ditemukan pengaruh antara bentuk plot dengan nilai kekayaan spesies yang terukur di lapangan. Hal ini terjadi karena kondisi topografi di lapangan sangat beragam dan mengakibatkan struktur vegetasi pada kawasan hutan bervariasi berdasarkan kondisi lingkungannya. Selain itu, penelitian Kusuma (2007) dilakukan di hutan dataran rendah yang memiliki kondisi mikro iklim yang berbeda dengan struktur vegetasi yang berbeda pula. Menurut Soerianegara dan Indrawan (2012) kondisi habitat di hutan hujan dataran rendah berbeda dengan hutan hujan pegunungan baik secara fisik dan biotik yang berdampak pada struktur vegetasi penyusun ekosistemnya.

Bentuk plot persegi panjang dengan ukuran yang berbeda serta dimensi panjang dan lebar yang berbeda menunjukkan hasil kekayaan spesies yang terukur di lapangan berbeda. Plot persegi panjang yang memanjang tegak lurus garis kontur memiliki hasil kekayaan spesies terukur lebih rendah dibandingkan dengan plot persegi panjang yang memanjang mengikuti garis kontur (Tabel 2). Perbedaan ini terjadi karena kenaikan tinggi tempat

dari permukaan laut mempengaruhi struktur dan komposisi tumbuhan. Menurut Whitmore (1986) bahwa perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut menyebabkan perbedaan karakteristik habitat dan ekologi tumbuhan di daerah tropis yang juga berdampak kepada menurunnya kekayaan spesies mengikuti naiknya ketinggian tempat dari permukaan laut.

Berdasarkan phytostruktur dan komposisi tumbuhan hutan hujan pegunungan di TNBK, penambahan dimensi panjang ukuran plot persegi panjang secara vertikal tegak lurus terhadap kontur tidak begitu efektif dibandingkan dengan penambahan dimensi panjang ukuran plot secara horizontal mengikuti garis kontur. Akan tetapi penambahan dimensi panjang secara terus menerus secara horizontal memberikan hasil pengukuran kekayaan spesies yang lebih rendah. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa ukuran plot optimal untuk pengukuran keanekaragaman tumbuhan berbentuk persegi panjang dengan dimensi panjang mengikuti garis kontur dengan ukuran 50x200 m². Hal ini di dasarkan pada bentuk dan pola sebaran spasial tanaman di hutan hujan tropis sangat beragam dan belum bisa ditentukan secara pasti (Soerianegara dan Indrawan 2012).

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bentuk plot optimal untuk inventarisasi kekayaan spesies

tumbuhan di hutan pegunungan bawah yaitu bentuk persegi panjang dengan ukuran plot optimal 50x200 m². Bentuk dan ukuran plot optimal untuk inventarisasi tumbuhan di hutan pegunungan bawah mengikuti pola sebaran spasial tumbuhan dan mengikuti garis kontur.

DAFTAR PUSTAKA

- Baccaro G, Rocchini D, Diekmann M, Gasparini P, Gioria M, Maccherini S, Marcantonio M, Tordoni E, Amici V, Landi S, Torri D, Castello M, Altobelli A, Chiarucci A. 2015. Shape matters in sampling plant diversity: evidence from field. *Ecological Complexity*. 24: 37-45.
- Chiarucci A, De Dominic V, Wilson JB. 2001. Structure and floristic diversity in permanent monitoring plot forest ecosystems of Tuscany. *Forest Ecology and Management*. 141: 201-210.
- Cochran WG. 1977. *Sampling Techniques third edition*. New York (GB): John Wiley & Sons. Inc.
- Colwell RK, Coddington JA. 1994. *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B. 345: 101-118.
- Condit R. 1998. *Tropical Forest Census Plots*. New York (US): Springer.
- Dufour A, Gadallah F, Wagner HH, Guisan A, Buttler A. 2006. Plant species richness and environmental heterogeneity in mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. *Ecography*. 29: 573-584.
- Fachrul MF. 2008. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta (ID): Penerbit Bumi Aksara.
- Hernandez PA, Graham CH, Master LL, Albert DL. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modelling methods. *Ecography*. 29: 774-785.
- Hidayat D, Hardiansyah G. 2012. Studi keanekaragaman jenis tumbuhan obat di kawasan IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Camp Tontang Kabupaten Sintang. *Vokasi*. 8(2): 61-68.
- Keeley JE, Fotheringham CJ. 2005. Plot shape effects on plant species diversity measurements. *Journal of Vegetation Science*. 16: 249-256.
- Krebs CJ. 1989. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Second Edition*. Harper International Edition. New York (US): Harper and Row Publishers.
- Kusuma S. 2007. Penentuan bentuk dan luas plot contoh optimal pengukuran keanekaragaman spesies tumbuhan pada ekosistem hutan hujan dataran rendah: studi kasus di Taman Nasional Kutai [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Laurance WF, Ferreira LV, Rankin de Merona JM, Hutchings RW. 1998. Influence of plot shape on estimates of tree diversity and community composition in Central Amazonia. *Biotropica* 30(4): 662-665.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. New York (US): John Wiley and Sons Inc.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2013. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. Bogor (ID): IPB Press.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York (US): John Wiley & Sons. Inc.
- Potts MD, Kassim AR, Supardi MNN, Tan S, Bossert WH. 2005. Sampling tree diversity in Malaysian tropical forests: an evaluation of pre-felling inventory. *Forest Ecology and Management*. 205: 385-395.
- Rivera L, Zimmerman J, Aide T. 2000. Forest recovery in abandoned agricultural lands in a karst region of the Dominican Republic. *Plant Ecology*. 148: 115-125.
- Shmida A. 1984. Whittaker's plant diversity sampling method. *Israel Journal of Botany*. 33: 41-46.
- Soedjito, H. 1999. *Flora dan Fauna Taman Nasional Betung Kerihun, Kalimantan Barat*. Jakarta (ID): WWF Indonesia-PHPA-LIPI-ITTO. pp. iii-88.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2012. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Stohlgren TJ, Falkner MB, Schell LD. 1995. A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*. 117: 113-121.
- Stohlgren TJ. 1994. *Planning long-term vegetation studies at landscape scales*, pp. 209-241. In: *Ecological Time Series*. New York (US): Powell, T.M. & Steele, J.H. (eds) Chapman & Hall.
- Whitmore TC. 1986. *Tropical Rain Forest of the Far East*. Oxford (GB): Oxford university press.
- Whittaker RH. 1977. Evolution of species diversity on land communities. *Evolutionary Biology*. 10: 1-67.