

Keanekaragaman Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Umur Tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) Di KPH Banyumas Timur

Aulia Rahmawati*, Dwi Nugroho Wibowo, Edy Yani

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

*Email : auliarahmawati0121@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima: 29/08/2019
Disetujui: 07/11/2019

Abstract

Forest Management Unit (KPH) East Banyumas is one of the management units of Perum Perhutani that develops pine forests. Pine forest managed by the KPH of East Banyumas consists of various ages. The diversity of undergrowth can be affected by canopy cover which is related to the age of the trees around the undergrowth. The purpose of this study is to determine the diversity and evenness of undergrowth species at various ages of pine stands (*Pinus merkusii*) at KPH of East Banyumas. This research was conducted in pine forests with three different age groups at the BKPH Kebasen's, KPH of East Banyumas. The results showed that at various ages of pine stands in KPH of East Banyumas there were 36 species of undergrowth from 19 families. Based on research that has been done, it can be concluded that the diversity of undergrowth at various ages of pine stands in KPH of East Banyumas the older the age of pine stands, the less the number of species undergrowth. The number of undergrowth species with the age of 12 years was found 20 species, age 24th is 18 species and age 29th is 15 species. Evenness of the undergrowth species at various ages of pine stands in KPH of East Banyumas is evenly distributed, so there are no dominant species.

Keywords: Undergrowth, Pine, Age of stand tree, KPH of east Banyumas

Abstrak

Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Banyumas Timur merupakan salah satu unit pengelolaan Perum Perhutani yang mengembangkan hutan Pinus. Hutan pinus KPH Banyumas Timur terdiri dari berbagai umur. Keanekaragaman tumbuhan bawah dapat dipengaruhi oleh tutupan tajuk yang berkaitan dengan umur dari pohon di sekitar tumbuhan bawah tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keanekaragaman dan pemerataan jenis tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan pinus (*Pinus merkusii*) di KPH Banyumas Timur. Penelitian ini dilakukan di hutan pinus dengan tiga kelompok umur yang berbeda di BKPH Kebasen, KPH Banyumas Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada berbagai umur tegakan pinus di KPH Banyumas Timur terdapat 36 jenis tumbuhan bawah dari 19 famili. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa keanekaragaman tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan pinus di KPH Banyumas Timur semakin tua umur tegakan pinus maka semakin sedikit jumlah jenis tumbuhan bawah. Jumlah jenis tumbuhan bawah dengan umur 12 tahun didapatkan sejumlah 20 spesies selanjutnya disusul umur 24 tahun sejumlah 18 spesies dan umur 29 sejumlah 15 spesies. Pemerataan jenis tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan pinus di KPH Banyumas Timur merata.

Kata kunci : Tumbuhan Bawah, Pinus, Umur Tegakan, KPH Banyumas Timur

PENDAHULUAN

Tumbuhan bawah merupakan komunitas tanaman yang menyusun stratifikasi di bawah tegakan hutan dekat permukaan tanah. Tumbuhan ini umumnya berupa rumput, herba, semak atau perdu rendah (Aththorick, 2005). Kehadiran tumbuhan bawah pada hutan selain sebagai sumber keanekaragaman hayati, juga berperan untuk melindungi tanah dan organisme tanah, membantu menciptakan iklim mikro di lantai hutan serta dapat memelihara kesuburan tanah (Soerianegara & Indrawan, 1998). Selain fungsi ekologis, beberapa jenis tumbuhan bawah yang telah diidentifikasi dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat, bahan pangan, dan sebagai sumber energi alternatif (Hilwan *et al.*, 2013).

Hutan pinus merupakan hutan yang hanya terdiri atas satu jenis pohon yang ditanam secara homogen atau dapat disebut pula hutan monokultur (Dako, 2012). Menurut Risal *et al.* (2014), pola tanam monokultur dapat berpengaruh langsung terhadap penurunan kualitas lingkungan serta hilangnya unsur hara tanah akibat adanya erosi. Erosi yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah pada suatu tegakan hutan (Soerianegara dan Indrawan, 1998). Dengan demikian diperlukan adanya tumbuhan bawah yang menutup permukaan tanah secara rapat sehingga butiran air hujan tidak langsung mengenai permukaan tanah dan dapat memperlambat serta menghambat pengangkutan

partikel tanah akibat aliran permukaan saat hujan (Adhitya *et al.*, 2016).

Perbedaan tingkat naungan dan tipe tajuk dapat mempengaruhi intensitas cahaya (Pantiluet *al.*, 2012). Menurut Nirwani (2011), keanekaragaman tumbuhan bawah dapat dipengaruhi oleh tutupan tajuk yang berkaitan dengan umur dari pohon di sekitar tumbuhan bawah tersebut. Besarnya penutupan tajuk berbanding terbalik dengan cahaya yang dapat masuk sampai lantai hutan. Semakin besar penutupan tajuk maka semakin sedikit cahaya yang sampai ke lantai hutan (Pamungkas, 2017). Respon tumbuhan terhadap cahaya berbeda-beda, ada yang mampu tumbuh dalam kondisi cahaya yang terbatas (tanaman toleran) dan ada tumbuhan bawah yang tidak mampu tumbuh dalam kondisi cahaya terbatas (tanaman intoleran). Kondisi cahaya tersebut memberikan respon yang berbeda terhadap tumbuhan, baik secara anatomis maupun morfologis (Morais *et al.*, 2004).

Unit pengelolaan Perum Perhutani yang mengembangkan hutan Pinus adalah Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Banyumas Timur. Luas hutan Pinus yang dikelola oleh KPH Banyumas Timur mencapai 28.876,10 ha (Perum Perhutani, 2006). Hutan pinus dapat dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia, khususnya wilayah dataran tinggi ataupun pegunungan (Wakhidati, 2013). Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman dan kemerataan jenis tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) di KPH Banyumas Timur.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di KPH Banyumas Timur, pada 3 petak hutan pinus dengan umur yang berbeda, yaitu pada petak 22B umur 29 tahun, petak 43I umur 24 tahun, dan petak 29E umur 12 tahun.

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan teknik pengambilan sampel kuadrat pada satu garis transek di setiap tegakan pinus berbeda umur. Pengambilan sampel menggunakan petak kuadrat berukuran 2 m x 2 m dengan jumlah 25 petak kuadrat yang dibagi ke dalam 5 buah sub-transek dengan jarak antar sub-transek 60 m, diletakkan berseling kanan dan kiri di sepanjang garis transek utama pada setiap umur.

Data yang dihitung terdiri dari jumlah jenis dan jumlah individu tiap jenis tumbuhan bawah, dan faktor lingkungan yang terdiri atas suhu, kelembapan udara diukur dengan *termohygrometer*, intensitas cahaya diukur dengan *luxmeter*, dan tutupan kanopi pohon diukur menggunakan aplikasi *canopy cover free*.

Identifikasi tumbuhan dengan pustaka seperti Sastrapradja (1979, 1985), dan Van Steenis (2008). Data vegetasi tumbuhan bawah terdiri dari indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman (H'), indeks kemerataan (e) dan indeks kesamaan jenis (IS).

Indeks nilai penting (Mueller-Dombois dan Ellenberg, 1974) sebagai berikut:

$$INP = FR + KR$$

Keterangan:

$$K = \frac{\sum \text{individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak yang dibuat}}$$

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\sum \text{Kerapatan semua jenis}} \times 100\%$$

$$F = \frac{\sum \text{petak ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah petak yang dibuat}}$$

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\sum \text{Frekuensi semua jenis}} \times 100\%$$

Indeks keanekaragaman menurut *Shannon-Wiener* (1963) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

n_i : Jumlah individu jenis ke- i

N : Jumlah total individu semua jenis

S : Jumlah jenis

Indeks kemerataan jenis berdasarkan Pielou (1969) sebagai berikut:

$$e = \frac{H'}{\log S}$$

Keterangan:

e : Indeks kemerataan jenis

H' : Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

S : Jumlah jenis

Indeks kesamaan komunitas berdasarkan Odum (1993) sebagai berikut:

$$IS = \frac{2W}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

IS : Indeks kesamaan komunitas

W : Jumlah jenis yang sama antara komunitas a dan komunitas b

a : Jumlah jenis yang terdapat pada komunitas a

b : Jumlah jenis yang terdapat pada komunitas b

Istomo dan Kusmana (1995), menyatakan jika nilai IS lebih kecil dari 75% maka komunitas yang dibandingkan dianggap berbeda, dan jika nilai IS lebih besar dari 75% maka komunitas yang dibandingkan dianggap sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah jenis tumbuhan bawah di KPH Banyumas Timur pada berbagai umur tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) diperoleh 36 jenis yang termasuk ke dalam 19 famili. Jumlah jenis tumbuhan bawah dengan umur 12 tahun didapatkan sejumlah 20 spesies selanjutnya disusul umur 24 tahun sejumlah 18 spesies dan umur 29 sejumlah 15 spesies (Tabel 1.). Jumlah jenis tumbuhan bawah yang ditemukan pada tegakan

berumur muda lebih banyak, dan akan semakin menurun pada umur yang lebih tua. Tajuk suatu tumbuhan sangat mempengaruhi cahaya yang diteruskan ke permukaan tanah dan jumlah individu tumbuhan pada lantai hutan dibawah naungan dan cahaya merupakan faktor lingkungan yang sangat penting sebagai sumber energi utama bagi ekosistem. Fitter dan Hay (1998), dalam Setyawan *et al.* (2006), menyatakan bahwa cahaya matahari dan naungan merupakan salah satu kondisi lingkungan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan di bawah tegakan. Oleh karena itu, intensitas cahaya dan naungan seperti pada tegakan pinus berbeda umur, maka akan menghasilkan komposisi jenis yang berbeda

Tabel 1. Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Pinus berbeda Umur di KPH Banyumas Timur

No.	Famili / Jenis TB	INP TB (%) di masing-masing umur tegakan pinus (tahun)		
		12	24	29
1	Araceae			
	1) <i>Alocasia</i> sp.	15,88	14,40	4,54
	2) <i>Amorphophallus campanulatus</i>	-	7,59	-
	3) <i>Syngonium auritum</i>	7,47	-	-
2	Asteraceae			
	1) <i>Synedrella nodiflora</i>	18,53	-	34,68
	2) <i>Ageratina riparia</i>	-	-	21,88
	3) <i>Ageratum conyzoides</i>	-	15,91	-
	4) <i>Elephantopus scaber</i>	-	15,74	-
	5) <i>Chromolaena odorata</i>	4,95	-	-
3	Convolvulaceae			
	1) <i>Ipomea</i> sp.	-	3,92	-
4	Cyperaceae			
	1) <i>Cyperus rotundus</i>	-	-	28,41
5	Dryopteridaceae			
	1) <i>Pleocnemia</i> sp.	4,17	-	-
6	Euphorbiaceae			
	1) <i>Euphorbia hirta</i>	-	-	24,33
7	Fabaceae			
	1) <i>Mimosa pudica</i>	2,93	-	6,37
	2) <i>Derris eliptica</i>	-	-	3,93
	3) <i>Centrosema pubescens</i>	5,89	-	-
8	Lamiaceae			
	1) <i>Plectranthus amboinicus</i>	-	4,93	-
	2) <i>Hyptis brevipes</i>	8,24	-	-
9	Malvaceae			
	1) <i>Urena lobata</i>	-	17,22	16,08
10	Melastomataceae			
	1) <i>Clidemia hirta</i>	1,83	-	-
	2) <i>Melastoma polyanthum</i>	2,54	-	-
11	Moraceae			
	1) <i>Ficus septica</i>	-	2,93	-
12	Oxalidaceae			
	1) <i>Oxalis barrelieri</i>	7,67	7,46	3,55
13	Phyllanthaceae			
	1) <i>Phyllanthus urinaria</i>	22,50	15,88	10,87
14	Piperaceae			
	1) <i>Peperomia pellucida</i>	12,72	6,41	4,43
	2) <i>Piper umbellatum</i>	-	3,94	-
15	Poaceae			
	1) <i>Imperata cylindrica</i>	-	-	15,94
	2) <i>Ottochloa nodosa</i>	21,16	24,19	5,79
	3) <i>Oplismenus compositus</i>	19,84	42,34	12,36
	4) <i>Eleusine indica</i>	-	2,97	-
	5) <i>Echinochloa</i> sp.	12,40	-	-

16	Pteridaceae			
	1) <i>Adiantum philippense</i>	-	3,78	-
	2) <i>Pteris ensiformis</i>	6,28	-	-
17	Scizaeaceae			
	1) <i>Lygodium palmatum</i>	-	2,74	-
	2) <i>Lygodium flexuosum</i>	4,48	-	-
18	Thelypteridaceae			
	1) <i>Cyclosorus</i> sp.	7,38	-	-
19	Zingiberaceae			
	1) <i>Curcuma longa</i>	13,13	7,64	6,84
Jumlah total jenis			36	
Jumlah total INP masing-masing umur tegakan pinus			200	

Jenis tumbuhan bawah pada tegakan pinus umur 29 tahun, *Synedrella nodiflora* termasuk famili Asteraceae dengan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi yaitu sebesar 34,68%. Tegakan pinus umur 24 tahun, *Oplismenus compositus* famili Poaceae dengan INP tertinggi sebesar 42,34%, sedangkan pada tegakan pinus umur 12 tahun adalah *Phyllanthus urinaria* famili Phyllanthaceae dengan INP paling tinggi sebesar 22,50% (Tabel 1.). Nilai penting menunjukkan pola distribusi dan kemampuan adaptasi yang tinggi suatu spesies terhadap kondisi lingkungannya, sehingga mempunyai pengaruh yang besar terhadap komunitas vegetasi tumbuhan bawah (Arrijani, 2008). Spesies tumbuhan dengan nilai penting tertinggi merupakan spesies yang paling dominan dalam suatu komunitas dan menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki jumlah individu paling banyak (Indriyanto, 2006). Perbedaan dominansi oleh suatu spesies tumbuhan pada lantai hutan di wilayah tertentu juga dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang berkaitan dengan persaingan antar spesies satu dengan yang lainnya. Jenis yang mampu bertahan dalam persaingan dapat menekan laju pertumbuhan yang lain sehingga jenis yang kalah menjadi kurang adaptif dan menyebabkan laju reproduksi atau kepadatannya berkurang (Odum, 1993). Selain itu kondisi lingkungan antara lain cahaya matahari dan naungan jugadapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan di bawah tegakan (Dahlan, 2011).

Berdasarkan jumlah jenis tumbuhan bawah dari ketiga lokasi tegakan pinus pada berbagai umur, jenis yang paling banyak ditemukan berasal dari famili Asteraceae dan Poaceae. Menurut Reader dan Buck (2000), famili Asteraceae dapat berkembang biak melalui biji dan memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan dan berbunga sepanjang tahun, sedangkan untuk Poaceae Aththorick (2005), menyatakan bahwa semua anggota Poaceae merupakan tumbuhan yang mudah dipencarkan karena memiliki alat perkembangbiakan yang ringan serta memiliki persyaratan hidup yang sederhana sehingga mudah hidup pada berbagai tipe habitat.

Perhitungan analisis keanekaragaman jenis tumbuhan bawah di KPH Banyumas Timur terdapat perbedaan pada setiap umur yang berbeda.

Keanekaragaman pada umur 29 tahun sebesar 1,00, umur 24 tahun sebesar 1,02 dan pada umur 12 tahun sebesar 1,12 (Tabel 2.). Fachrul (2007), menyatakan bahwa keanekaragaman merupakan parameter vegetasi yang sangat berguna untuk membandingkan berbagai komunitas tumbuhan. Indriyanto (2006) juga mengemukakan bahwa suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis. Sebaliknya, suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman jenis yang rendah jika komunitas itu disusun oleh sedikit jenis dan jika hanya ada sedikit saja jenis yang dominan. Menurut Kartasapoetra (1992), terdapat beberapa faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap vegetasi seperti kelembapan udara, suhu udara serta intensitas cahaya matahari. Faktor-faktor lingkungan tersebut dapat berpengaruh terhadap penyebaran jenis-jenis tumbuhan serta pertumbuhannya.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Kemerataan(e) Tumbuhan Bawah di KPH Banyumas Timur

Indeks	Umur (Tahun)		
	12	24	29
Indeks Keanekaragaman	1,12	1,02	1,00
Indeks Kemerataan	0,86	0,81	0,85

Kemerataan jenis KPH Banyumas Timur dapat dikatakan merata. Hal tersebut dikarenakan kemerataan tumbuhan bawah pada setiap umur cukup merata, yaitu mendekati satu. Kemerataan pada umur 29 tahun sebesar 0,85, umur 24 tahun sebesar 0,81 dan umur 12 tahun sebesar 0,86. Menurut Magurran (1988), apabila kemerataan lebih besar dari 0,6 maka sebaran individu antar jenis dapat dikatakan merata dan apabila kemerataan kurang dari 0,6 maka sebaran individu antar jenis tidak merata atau terjadi dominansi suatu jenis. Menurut Mawazin dan Subiako (2013), semakin tinggi nilai kemerataan, maka semakin stabil keanekaragaman jenisnya.

Kesamaan Komunitas atau *Index of Similarity* (IS) menunjukkan komposisi jenis tumbuhan dari dua komunitas yang dibandingkan (Hilwan dan Masyrafina, 2015). Kesamaan menunjukkan nilai

kesamaan komunitas yang menggambarkan tingkat kesamaan struktur dan komposisi spesies pada seluruh komunitas yang dibandingkan (Soerianegara dan Indrawan, 1985). Nilai kesamaan tertinggi yaitu terdapat pada tumbuhan bawah pada tegakan pinus umur 29 tahun yang dibandingkan dengan umur 12 tahun yaitu sebesar 51,43%, disusul oleh umur 29 tahun yang dibandingkan dengan umur 24 tahun sebesar 48,48%, dan terakhir pada umur 24 tahun yang dibandingkan dengan umur 12 tahun yaitu sebesar 36,84% (tabel 3). Menurut Istomo dan Kusmana (1995), jika nilai kesamaan jenis lebih kecil dari 75% dapat dikatakan bahwa komunitas yang dibandingkan dianggap berbeda, dan juga sebaliknya, jika nilai kesamaan jenis lebih besar dari 75% maka komunitas yang dibandingkan dianggap sama.

Tabel 3. Indeks kesamaan jenis IS (%) Tumbuhan bawah di KPH Banyumas Timur

Umur Tegakan	12 tahun	24 tahun	29 tahun
12 tahun	–	36,84	51,43
24 tahun	–	–	48,48
29 tahun	–	–	–

Kesamaan komunitas dari ketiga perbandingan didapatkan nilai lebih kecil dari 75%, dengan demikian komunitas tumbuhan bawah pada ketiga perbedaan umur tegakan pinus relatif rendah. Rendahnya kesamaan tersebut menunjukkan bahwa komunitas tumbuhan bawah antar tegakan pinus dengan perbedaan umur adalah berbeda. Oleh karena itu, besar kecilnya nilai kesamaan tersebut dapat memperlihatkan tingkat kesamaan dari

tegakan yang dibandingkan. Destaranti *et al.* (2017), menyatakan bahwa semakin banyak jenis tumbuhan yang sama antar dua komunitas yang dibandingkan makakesamaan komunitasnya akan semakin besar. Fitter dan Hay (1998), menyatakan bahwa salah satu kondisi lingkungan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan di bawah tegakan antara lain cahaya matahari atau naungan.

Pengukuran faktor lingkungan didapatkan hasil bahwa suhu udara berbanding terbalik dengan hasil pengukuran kelembapan udara. Suhu udara semakin menurun pada umur yang lebih tua serta sebaliknya kelembapan udara semakin meningkat pada umur tegakan pinus yang lebih tua. Tegakan pinus umur 12 tahun didapatkan suhu 31°C serta kelembapan 68%, selanjutnya tegakan pinus umur 24 tahun bersuhu 29°C dengan kelembapan 74%, dan pada tegakan pinus umur 29 tahun suhu udara yang didapatkan yaitu 27°C dengan kelembapan 77% (Tabel 4). Suhu lingkungan merupakan salah satu faktor penting karena mempunyai pengaruh terhadap proses metabolisme dan susunan vegetasi tumbuhan bawah (Arief, 1994). Tegakan yang mempunyai tajuk yang lebar sehingga mampu menciptakan lingkungan mikro seperti suhu dan kelembapan tanah yang sesuai dengan pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan bawah, khususnya jenis-jenis yang adaptif dengan kelembapan tinggi (Ainiyah *et al.*, 2017). Kebanyakan jenis tumbuhan tumbuh sangat baik pada suhu 15–30°C. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan itu sendiri (Nikmah *et al.*, 2016).

Tabel 4. Pengukuran Faktor Lingkungan di KPH Banyumas Timur

Umur Tegakan	Suhu (°C)	Kelembapan Udara (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tutupan Kanopi (%)
12 Tahun	31	68	13.000	54,1
24 Tahun	29	74	9.000	60,3
29 Tahun	27	77	8.000	63,4

Pengukuran suhu dan kelembapan akan mempengaruhi tinggi rendahnya intensitas cahaya. Berdasarkan pengukuran intensitas cahaya dan tutupan kanopi tegakan pinus didapatkan hasil bahwa semakin tua umur tegakan pinus maka akan semakin menurun intensitas cahaya yang masuk ke lantai hutan dan sebaliknya tutupan kanopi tegakan pinus semakin meningkat pada umur tegakan pinus yang lebih tua. Tegakan pinus umur 12 tahun dengan intensitas cahaya 13000lux serta tutupan kanopi 54,1%, selanjutnya pada tegakan pinus umur 24 tahun didapatkan intensitas cahaya sebesar 9.000 lux serta tutupan kanopi 60,3%, dan terakhir pada tegakan pinus umur 29 tahun intensitas cahaya sebesar 8000 lux serta tutupan kanopi sebesar 63,4% (Tabel 4). Hal ini diperkuat oleh Nahdi dan Darsikin (2014), bahwa intensitas cahaya yang sedikit akan menyebabkan penutupan

kanopi semakin luas sehingga cahaya matahari yang masuk semakin sedikit dan berakibat intensitas cahaya kecil dan sebaliknya.

SIMPULAN

Keanekaragaman tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) di KPH Banyumas Timur menunjukkan semakin tua umur tegakan pinus maka semakin sedikit jumlah jenis tumbuhan bawahnya. Jumlah jenis tumbuhan bawah dengan umur 12 tahun didapatkan 20 spesies, umur 24 tahun sejumlah 18 spesies dan umur 29 sejumlah 15 spesies. Kemerataan jenis tumbuhan bawah pada berbagai umur tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) di KPH Banyumas Timur merata sehingga tidak ada jenis tumbuhan bawah yang dominan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, F., Rusdiana, O. dan Saleh, M. B. 2016. Penentuan Jenis Tumbuhan Lokal dalam Upaya Mitigasi Longsor dan Teknik Budidayanya pada Areal Rawan Longsor di KPH Lawu DS: Studi Kasus di RPH Cepoko. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 8(1). pp. 9-19.
- Ainiyah, R., Fathurraman, A., Wibisono, M., Aji, F. R. dan Yusuf, D. 2017. Pengaruh Jenis Tegakan Terhadap Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan Bawah di Hutan Sapen Kecamatan Prigen Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Agromix*. 8(1). pp. 50-63.
- Arief, A. 1994. *Ekologi dan Pengaruhnya terhadap Lingkungan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Arrijani. 2008. Struktur dan Komposisi Vegetasi Zona Montana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Biodiversitas*. 9 (2). pp. 134-141
- Aththorick, T. A. 2005. Kemiripan Komunitas Tumbuhan Bawah pada Beberapa Tipe Ekosistem Perkebunan di Labuhan Batu. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 17(5). pp. 42-48.
- Dahlan, M.M. 2011. Komposisi Jenis Tumbuhan Bawah Pada Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L., Nielsen) (Studi Kasus di Areal Kampus IPB Darmaga). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Destaranti, N., Sulistyani dan Yani, E. 2017. Struktur dan Vegetasi Tumbuhan Bawah pada Tegakan Pinus di RPH Kalirajut dan RPH Baturraden Banyumas. *Scripta Biologica*, 4(3), pp. 155-160.
- Fachrul, N. F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fitter, A. H. dan Hay, R. K. M. 1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hilwan, I. dan Masyrafina, I. 2015. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah di Gunung Papandayan Bagian Timur, Garut, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 6(2). pp. 119-125.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Istomo dan Kusmana, C., 1995. *Ekologi Hutan*. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB.
- Kartasapoetra, G. 1992. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Mawazin dan Subiakto, A., 2013. Keanekaragaman dan Komposisi Jenis Per mudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan di Riau. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 1(1), pp. 59-73.
- Morais, H., Medri, M.E., Marur, C.J., Caramori, P.H., de Arrura Ribeiro, A. M. dan Gomes, J.C. 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 47(6). pp. 863-871.
- Mueller-Dombois dan Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Nahdi, M. S. dan Darsikin. 2014. Distribusi dan Kemelimpahan Spesies Tumbuhan Bawah pada Naungan *Pinus merkusii*, *Acacia auriculiformis* dan *Eucalyptus alba* di Hutan Gama Giri Mandiri, Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia*. 16(1). pp. 33-41.
- Nikmah, N., Jumari dan Wiryani, E. 2016. Struktur Komposisi Tumbuhan Bawah Tegakan Jati di Kebun Benih Klon (KBK) Padangan Bojonegoro. *Jurnal Biologi*, 5(1), pp. 30-38.
- Nirwani, Z., 2011. Keanekaragaman Tumbuhan Bawah yang Berpotensi sebagai Tanaman Obat di Hutan Taman Nasional Gunung Leuseur Sub Seksi Bukit Lawang. [tesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi: Edisi Ke Tiga*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Pamungkas, T. H. 2017. *Analisis Jenis Tumbuhan Bawah pada Berbagai Kelas Penutupan Tajuk di DTA Rahtawu Wonogiri Jawa Tengah*. Yogyakarta: Program Diploma III Pengelolaan Hutan Sekolah Vokasi Universitas Gajah Mada.
- Pantilu, L.I., Mantiri, F.R., Song Ai, N. dan Pandiangan, D. 2012. Respons morfologi dan anatomi kecambah kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. *Jurnal Bioslogos*. 2(2). pp. 79
- Perum Perhutani. 2006. *Buku Statistik Perum Perhutani Tahun 2001-2006*. Jakarta: Perum Perhutani.
- Pielou, E. C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Reader dan Buck. 2000. *Pertumbuhan Gulma pada Kondisi Lingkungan*. Jakarta: PT. Gramedia Press.
- Sastrapradja, S. dan Afriastini, J. J. 1979. *Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Biologi Nasional.
- Sastrapradja, S. dan Afriastini, J. J. 1985. *Kerabat Paku*. Bogor: Lembaga Biologi Nasional.
- Setyawan, A. D., Setyaningsih, S. dan Sugiyarto. 2006. Pengaruh Jenis dan Kombinasi Tanaman Sela terhadap Diversitas dan Biomassa Gulma di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) di Resort Pemangku Hutan Jatirejo Kediri. *Biosmart*. 8(1). pp. 27-32.
- Soerianegara, I. dan Indrawan, A. 1985. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Soerianegara, I. dan Indrawan, A. 1998. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Van Steenis, C.G.G.J. 2008. *Flora: Untuk Sekolah di Indonesia*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wakhidati, A. 2013. Mesofauna Tanah di Lantai Hutan Pinus (*Pinus merkusii* L.) Wilayah Kubang Kecamatan Wanayasa Kabupaten Banjarnegara. [skripsi]. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah purwokerto Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi.