

**Pertumbuhan dan Produksi Biomassa Tiga Kultivar Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Moench ) pada Tiga Stadium Perkembangan Agroforestri di Kabupaten Gunung Kidul**

***The Growth and Biomass Production of Three Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L. Moench ) under Three Stages of Agroforestry at Gunungkidul Regency***

Pradina Yenny Novitasari<sup>1)</sup>, Eka Tarwaca Susila Putra<sup>2\*)</sup>, Rohlan Rogomulyo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

<sup>2)</sup> Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

<sup>\*)</sup> Penulis untuk korespondensi E-mail: ekatarwaca79@gmail.com

**ABSTRACT**

*The objectives of study were to assess the growth and biomass production of three sorghum cultivars under three stages of agroforestry. The experiment was conducted at Nglanggeran Zone, Patuk District, Gunung Kidul Regency. The research was arranged in randomized complete block design (RAKL) factorial with three blocks as replication. The first factor was sorghum cultivars, namely Sweet, CTY and Numbu. The second factor was the development stages of agroforestry, namely early (0-25% shading), middle (25-50% shading) and advance (> 50% shading) stages. The observations were done on several variables of microclimates, physiological activities, growth analysis and biomass production. Data were analyzed with Analysis of Variance (ANOVA) at 5% levels, and continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) if there were significant differences among treatments. The results showed that the growth activities and biomass production of sweet sorghum were similar to Numbu and CTY. All sorghum cultivars were recommended to introduced in the early stage of agroforestry area, but they were not recommended to be cultivated in the middle and advance stages of agroforestry due to the decline in growth activities and biomass production significantly. The low intensity of solar radiation that reaches the land surfaces of middle and advance stages of agroforestry areas were decline the growth and biomass production of all sorghum cultivars.*

*Key words: growth, biomass, sorghum and agroforestry*

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan, perkembangan dan kapasitas produksi biomassa tiga kultivar sorgum di bawah tegakan pohon dalam sistem agroforestri stadium awal, pertengahan dan lanjut di zona Nglanggeran, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dua faktor dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor pertama adalah kultivar sorgum, sebanyak tiga kultivar yaitu Manis, CTY dan Numbu. Faktor kedua adalah fase perkembangan agroforestri yaitu awal dengan naungan 0 – 25%, pertengahan dengan naungan 25 – 50% dan lanjut dengan naungan lebih dari 50%.

Variabel yang diamati meliputi karakter mikroklimat di lokasi penelitian, aktivitas fisiologis, analisis pertumbuhan dan produksi biomassa. Data yang diperoleh dianalisis varian (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%, dan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) apabila terdapat beda nyata antar perlakuan. Hasil penelitian memberikan informasi bahwa aktivitas pertumbuhan dan perkembangan serta kapasitas produksi biomassa sorgum manis setara dengan sorgum kultivar CTY dan Numbu. Tanaman sorgum direkomendasikan untuk diintroduksi pada kawasan agroforestri fase awal, namun tidak direkomendasikan untuk dibudidayakan di kawasan agroforestri fase pertengahan dan lanjut karena terjadinya penurunan aktivitas pertumbuhan dan perkembangan serta kapasitas produksi biomassa secara nyata akibat rendahnya intensitas radiasi matahari yang menjangkau permukaan lahan di kedua kawasan tersebut.

Kata kunci: pertumbuhan, perkembangan, biomassa, sorgum dan agroforestri

## PENDAHULUAN

Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian secara tidak terkendali memunculkan masalah berupa penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dikonversikan menjadi lahan untuk usaha lain. Namun tingginya kebutuhan ekonomi mendorong petani untuk cenderung semakin meningkatkan produksi pertanian yang seringkali mengesampingkan dampak negatif yang berpotensi muncul. Untuk mengantisipasi berbagai dampak negatif yang ditimbulkan, maka dibutuhkan adanya suatu sistem pertanian yang efisien dan berwawasan lingkungan, yang mampu memanfaatkan potensi sumberdaya setempat secara optimal bagi tujuan pembangunan pertanian berkelanjutan.

*Agroforestry* adalah sistem pertanian dengan agroforestri mengedepankan pola tumpang sari dengan memadukan tanaman tahunan (hutan) dengan tanaman semusim dalam ruang dan waktu yang sama. Kondisi ini mengakibatkan pengurangan bidang olah bagi budidaya tanaman semusim dengan perkembangan tajuk pohon. Oleh karena itu, ruangan bagi tanaman semusim dalam sistem agroforestri ditentukan oleh karakteristik komponen penyusun dan sistem budidaya pohon (aspek silvikultur). Kondisi fisik lahan dan pola agroforestri yang dikembangkan juga menjadi faktor penentu perkembangan tanaman semusim.

Berdasarkan struktur dan komponen penyusunnya, agroforestri dapat dibedakan menjadi tiga fase yaitu (Suryanto, 2005) : (a) agroforestri awal, merupakan model agroforestri dengan ruang horisontal untuk tanaman semusim lebih dari 50 %, (b) agroforestri pertengahan, merupakan model agroforestri yang mengarah pada pengurangan bidang olah seiring dengan waktu, sehingga luasan bidang olah menjadi

*Pradina Yenny Novitasari et al., (2016) / Vegetalika. 2016. 5(3): 53-62*

25-50%, dan (c) agroforestri lanjut, merupakan proses lanjutan dari agroforestri pertengahan sehingga modelnya tergantung pada jenis pengkayaan, apabila jenis yang dipilih adalah pohon multiguna maka bentuk agroforestri lanjutnya adalah kebun campur, sedangkan kalau menggunakan jenis pohon maka akan mengarah pada *full tress* atau yang dikenal dengan hutan rakyat.

Agroforestri yang sudah diimplementasikan oleh masyarakat Gunung Kidul dapat dikategorikan dalam tiga fase. Fase awal dimana lahan ditanami bibit pohon mahoni, jati, pinus, maupun kakao dimana bibit tersebut masih berukuran kecil sehingga lahan masih cukup terkena sinar matahari. Sedangkan fase tengah adalah fase dimana pohon sudah mulai membesar sehingga kanopi pohon sudah mulai menghalangi masuknya sinar matahari ke permukaan tanah. Dan yang terakhir adalah fase lanjut, kanopi pohon mulai membesar sehingga sudah menutupi sebagian besar permukaan lahan.

## **BAHAN DAN METODE**

Obyek penelitian adalah tiga varietas sorgum yang ditanam di bawah tegakan agroforestri fase awal, menengah dan lanjut di Zona Nglanggeran Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul. Penelitian dilaksanakan di Desa Nglanggeran, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi DIY. Kurang lebih 25 km selatan Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret - Juni 2012.

Bahan yang digunakan antara lain benih tiga varietas sorgum yaitu Manis, CTY (untuk biomassa/pakan ternak), dan Numbu (untuk bahan pembuat pati), pupuk kandang, pupuk NPK, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk KCL, dan pestisida. Peralatan yang diperlukan antara lain cangkul, gatul, sabit, plakat/label, meteran, alat tulis, penggaris, jangka sorong, oven, timbangan, *Leaf Area Meter*, tali rafia, *Luxmeter*, SPAD, dan *Termohygrometer*.

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan menggunakan 2 faktor. Faktor pertama adalah tanaman sorgum yang terdiri atas tiga varietas yaitu sorgum Manis, sorgum pakan ternak (CTY) dan sorgum pati (varietas Numbu). Faktor kedua adalah stadium perkembangan agroforestri yaitu stadium awal dengan naungan 0 – 25%, stadium menengah dengan naungan 25 – 50% dan stadium lanjut dengan naungan lebih dari 50%. Berikut adalah simbol tiga jenis varietas sorgum pada stadium agroforestry stadium awal, tengah dan lanjut:

Data yang diperoleh dianalisis varian (ANOVA) 5 %, apabila pada analisis varian diperoleh  $F_{hit} > F_{Tabel}$ , ada beda nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan

Duncan Multiple Range Test (DMRT). Analisis varian dan uji lanjut DMRT dilakukan menggunakan perangkat lunak *The SAS System for Windows 9.0*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kandungan klorofil daun (mg/g) sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut

Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
	Awal	Pertengahan	Lanjut	
Manis	0,72	0,72	0,55	0,66 b
CTY	0,87	0,74	0,64	0,75 b
Numbu	0,85	0,95	0,90	0,90 a
Rerata	0,81 p	0,80 pq	0,70 q	(-)
CV	13,57%			

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada satu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil analisis varian pada Tabel 1 memberikan informasi bahwa tidak terdapat interaksi antara stadium agroforestri dengan kultivar sorgum pada variabel kandungan klorofil daun. Secara individual, stadium agroforestri dan kultivar sorgum berpengaruh nyata terhadap variabel kandungan klorofil daun. Tanaman sorgum yang ditanam di area agroforestri stadium lanjut mengalami hambatan sintesis klorofil sehingga kandungan klorofil daunnya lebih rendah jika dibandingkan dengan tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri stadium awal maupun pertengahan. Sedangkan kandungan klorofil daun tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri stadium pertengahan tidak berbeda nyata dengan agroforestri stadium awal. Tabel 1 juga memberikan informasi bahwa sorgum kultivar Numbu memiliki kandungan klorofil daun yang nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan sorgum kultivar Manis dan CTY. Sedangkan sorgum kultivar CTY memiliki kandungan klorofil daun yang setara dengan sorgum kultivar Manis.

Tabel 2. Aktivitas nitrat reduktase ( $\mu\text{mol NO}_2/\text{g/jam}$ ) sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut.

Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
	Awal	Pertengahan	Lanjut	
Manis	2,24	1,16	1,80	1,74 a
CTY	1,84	0,85	1,21	1,30 a
Numbu	1,68	1,19	1,56	1,48 a
Rerata	1,92 p	1,07 q	1,52 q	(-)
CV	14,12%			

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada satu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

*Pradina Yenny Novitasari et al., (2016) / Vegetalika. 2016. 5(3): 53-62*

Hasil analisis varian pada Tabel 2 memberikan informasi bahwa ANR tidak dipengaruhi oleh interaksi antara faktor fase agroforestri dan kultivar. Secara individual, stadium agroforestri berpengaruh nyata terhadap ANR tanaman sorgum. Namun demikian, kultivar secara individual tidak mempengaruhi ANR. Tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri stadium pertengahan mengalami penurunan ANR yang nyata jika dibandingkan dengan sorgum yang ditanam pada agroforestri stadium awal, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan agroforestri stadium lanjut. Penanaman sorgum pada agroforestri stadium pertengahan dan stadium lanjut menghambat ANR. Dari sisi kultivar, sorgum kultivar Numbu memiliki ANR yang setara dengan sorgum kultivar Manis maupun CTY (Tabel 2).

Tabel 3. Indeks Luas daun sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut

Variabel Pengamatan	Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
		Awal	Pertengahan	Akhir	
Indeks Luas Daun 4 MST	Manis	0,033	0,023	0,036	0,031 a
	CTY	0,064	0,022	0,044	0,043 a
	Numbu	0,085	0,068	0,057	0,070 a
	Rerata	0,061 p	0,037 p	0,046 p	(-)
	CV		12,89%		
Indeks Luas Daun 8 MST	Manis	0,502	0,148	0,287	0,312 a
	CTY	0,231	0,45	0,388	0,356 a
	Numbu	0,402	0,511	0,281	0,398 a
	Rerata	0,378 p	0,370 p	0,319 p	(-)
	CV		15,91%		

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada satu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Indeks luas daun tanaman sorgum pada 4 mst dan 8 mst juga tidak dipengaruhi secara individual oleh masing-masing faktor yang diuji. Sorgum yang ditanam pada agroforestri fase awal memiliki ILD yang sama dengan tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri pertengahan maupun lanjut. Sedangkan sorgum varietas Numbu juga memiliki ILD yang setara dengan sorgum varietas Manis dan CTY.

Tabel 4. Laju asimilasi bersih ( $\text{g/cm}^2/\text{minggu}$ ) sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut

Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
	Awal	Pertengahan	Lanjut	
Manis	1,61	0,07	1,10	0,927 a
CTY	1,49	1,33	1,47	1,430 a
Numbu	1,83	1,36	0,85	1,347 a
Rerata	1,64 p	0,92 p	1,14 p	(-)
CV	19,64%			

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada satu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Laju asimilasi bersih tidak dipengaruhi oleh interaksi antara faktor fase agroforestri dengan varietas sorgum (Tabel 4). Laju asimilasi bersih tanaman sorgum juga tidak dipengaruhi secara individual oleh masing-masing faktor yang diuji. Sorgum yang ditanam pada agroforestri fase awal memiliki LAB yang sama dengan tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri pertengahan maupun lanjut. Sedangkan sorgum varietas Numbu juga memiliki LAB yang setara dengan sorgum varietas Manis dan CTY.

Tabel 5. Laju pertumbuhan tanaman ( $\text{g/cm}^2/\text{minggu}$ ) sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut.

Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
	Awal	Pertengahan	Lanjut	
Manis	25,77	4,79	13,26	14,605 a
CTY	16,50	21,39	24,55	20,814 a
Numbu	38,16	27,67	15,02	26,949 a
Rerata	26,81 p	17,95 p	17,61 p	(-)
CV	13,28%			

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada suatu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Laju pertumbuhan tanaman sorgum juga tidak dipengaruhi secara individual oleh masing-masing faktor yang diuji. Sorgum yang ditanam pada agroforestri fase awal memiliki LPT yang sama dengan tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri pertengahan maupun lanjut. Sedangkan sorgum varietas Numbu juga memiliki LPT yang setara dengan sorgum varietas Manis dan CTY.

Nisbah akar tajuk tidak dipengaruhi oleh interaksi antara faktor stadium agroforestri dengan varietas sorgum (Tabel 6). Secara individual, NAT sorgum juga tidak dipengaruhi secara nyata oleh faktor stadium agroforestri maupun varietas sorgum, kecuali NAT 8 MST. Nisbah akar tajuk 8 MST dipengaruhi secara nyata oleh faktor stadium agroforestri. Tanaman sorgum yang ditanam pada agroforestri stadium

awal memiliki NAT 8 MST yang lebih besar jika dibandingkan dengan agroforestri stadium pertengahan maupun stadium lanjut. Hal ini mengindikasikan bahwa iklim mikro di area agroforestri stadium pertengahan maupun stadium lanjut mulai menekan pertumbuhan akar sehingga pertumbuhan dan perkembangan perakaran sorgum di agroforestri stadium awal lebih kuat jika dibandingkan dengan agroforestri stadium pertengahan maupun stadium lanjut.

Tabel 6. Nisbah akar tajuk (g/minggu) sorgum pada stadium agroforestri awal, pertengahan, dan lanjut

Variabel Pengamatan	Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
		Awal	Pertengahan	Lanjut	
Nisbah Akar Tajuk 4 MST	Manis	0,312	0,372	0,139	0,274a
	CTY	0,224	0,182	0,155	0,187a
	Numbu	0,204	0,136	0,185	0,175a
	Rerata	0,247 p	0,230 p	0,160 p	(-)
	CV		16,95%		
Nisbah Akar Tajuk 8 MST	Manis	0,228	0,158	0,22	0,202a
	CTY	0,364	0,146	0,191	0,234a
	Numbu	0,294	0,217	0,193	0,235a
	Rerata	0,295 p	0,173 q	0,201 q	(-)
	CV		18,91%		

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada suatu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Tabel 7. Tinggi tanaman (cm) varietas sorgum pada stadium agroforestri awal, tengah, dan lanjut

Varietas	Stadium Agroforestri			Rerata
	Awal	Pertengahan	Lanjut	
Manis	142,47	97,73	146,33	128,84 a
CTY	162,00	130,00	124,60	138,87 a
Numbu	165,93	133,87	132,53	144,11 a
Rerata	156,80 p	120,53 q	134,49 pq	(-)
CV		18,09%		

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada suatu kolom atau baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan.

Secara individual, stadium agroforestri berpengaruh terhadap tinggi tanaman sorgum (Tabel 7). Pertumbuhan sorgum paling tinggi dijumpai pada stadium agroforestri awal, sedangkan agroforestry stadium pertengahan dan stadium lanjut memberikan pengaruh yang sama pada variabel tinggi tanaman sorgum. Sorgum merupakan tipe tanaman  $C_4$  yang membutuhkan paparan sinar matahari yang lebih banyak untuk pertumbuhannya. Sebagai tanaman  $C_4$  maka sorgum adalah tanaman efisien karena dapat menghasilkan produk fotosintesis yang tinggi. Sorgum lebih

sesuai ditanam di daerah yang bersuhu panas, lebih dari 20°C dan udaranya kering serta mendapatkan intensitas radiasi matahari tinggi. Lahan yang selalu berkabut dengan intensitas radiasi matahari yang rendah tidak optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sorgum (Dajue dan Guangwei, 2000 *cit.* Purnomohadi, 2006).

### KESIMPULAN

1. Aktivitas pertumbuhan dan perkembangan serta kapasitas produksi biomasa sorgum Numbu setara dengan sorghum kultivar manis dan CTY.
2. Tanaman sorghum direkomendasikan untuk diintroduksi pada kawasan stadium agroforestri awal, namun tidak direkomendasikan untuk dibudidayakan di kawasan stadium agroforestri pertengahan dan lanjut karena terjadinya penurunan aktivitas pertumbuhan dan perkembangan serta kapasitas produksi biomassa secara nyata akibat rendahnya intensitas radiasi matahari yang menjangkau permukaan lahan di kedua kawasan tersebut.

### SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan jenis tanaman pangan yang sesuai dibudidayakan di kawasan agroforestri fase pertengahan dan lanjut dengan fokus pada jenis tanaman tipe C<sub>3</sub> yang toleran terhadap ketersediaan intensitas radiasi matahari rendah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. Agroteknologi umpar: sistem pertanaman ganda. <<http://agrotekumpar.blogspot.com/2012/03/sistem-pertanaman.html>>. Diakses tanggal 10 April 2013.
- Artschwager, E. 1948. Anatomy and morphology of the vegetative organs of sorghum vulgare. United States Department of Agriculture. *Thechnical Bulletin*. 975. 55.
- Bucle, Edward R. 1987. *Ilmu pangan*. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono.
- Benson, L. 1957. *Plant classification*. Heath and Company, USA.
- Betts, W. C. 1982. *Multiple cropping and tropical farming system*. Grower Publishing Company Limited Haphsire, England.
- Balitsereal. 2009. *Deskripsi varietas jagung, sorgum dan gandum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Badan Litbang Pertanian, Sulawesi Selatan.
- DS Fattah, Abdul., 1999. *Strategi pengelolaan hutan indonesia sebagai amanah*. Pola Aneka Sejahtera.

Pradina Yenny Novitasari et al., (2016) / *Vegetalika*. 2016. 5(3): 53-62

- DEPKES RI., Direktorat Gizi. 1992. *Daftar komposisi bahan makanan*. Jakarta: Bhratara.
- EFSA. 2008. Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of The Panel on Contaminants in The Food Chain. *The EFSA Journal*. 689: 1-79.
- Fahn, A. 1990. *Plant anatomi*. 4th Ed. Butterwort-Heinemann, London.
- Gardner F.P., dkk, 1991, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gardner, Franklin P., R. B. Pearce, dan Roger L. Mitchell. 2008. *Fisiologi tanaman budidaya*. Diterjemahkan oleh Herawati Susilo. Penerbit UI Press, Jakarta.
- House, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics. Andhra Pradesh, India.
- Junaedi Didi. 2000. Uji adaptasi galur-galur padi gogo (*oryza sativa* L.) Terpilih pada beberapa taraf naungan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- King, K.F.S., 1979. Agroforestry. Proceeding of the fiftieth. Symposium on ropical Agriculture. Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands.
- Lakitan, Benyamin. 2008. *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lehninger. 1978. *Dasar-dasar biokimia*. Erlangga. Jakarta.
- Lorenz, O. A. 1978. *Potential nitrate level in edible plant parts*, p. 201-219. In D. R. Nielsen and J. G. MacDonald (Eds.) Nitrogen In The Environment. Academic Press. New York.
- Maynard, D. N. 1978. *Critique of "potential nitrate level in edible plant parts"*, p. 221-233. In D. R. Nielsen and J. G. MacDonald (Eds.) Nitrogen In The Environment. Academic Press. New York.
- Michoom, G., 1985. De l'homme de la foret au paysan de l'arbre. Agroforestries Indonesiannes. PhD. Thesis. University of Montpellier. France.
- R. G. Peter dan Fisher N. M. 1996. *Fisiologi tanaman budidaya tropik*. Alih Bahasa oleh Tohari. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pluckneet, D.L and N.J.H Smith, 1986. *Historial perspectives on multiple cropping*. In : Francis, C. A. Multiple Cropping System, Macmilan Publishing Company, New York. Page 20 – 29.
- Purnomohadi, M. 2006. Potensi penggunaan beberapa varietas sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) sebagai tanaman pakan. *Berk. Penel. Hayati*. 12: 41–44.
- Rianse, U., dan Abdi. 2010. *Agroforestri, solusi sosial dan ekonomi pengelolaan sumber daya hutan*. Alfabeta. Bandung.
- Sirait, J. 2006. Dinamika nitrogen dan produksi rumput benggala (*Panicum maximum cv riversdale*) pada tiga taraf naungan dan pemupukan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Galang. 958-966.
- Sitompul, S.M dan Guritno, B. 1995. *Analisis pertumbuhan tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.
- Steenis, Van. 1981. *Flora*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

*Pradina Yenny Novitasari et al., (2016) / Vegetalika. 2016. 5(3): 53-62*

Suryanto Priyono, Tohari dan Sabarnurdin M.Sambas. 2005. Dinamika sistem berbagi sumberdaya (*resources sharing*) dalam agroforestri: dasar pertimbangan penyusunan strategi silvikultur. *Ilmu Pertanian*. 12 No.2 : 165 – 178.

Suprayogo D, Widiyanto, Lusiana B and van Noordwijk M. 2002. Neraca air dalam sistem agroforestri. In: Hairiah K, Widiyanto, Utami SR and Lusiana B, eds. *WaNuLCAS Model Simulasi Untuk Sistem Agroforestri*. Bahan Ajar 7. Bogor, Indonesia. International Centre for Research in Agroforestry, SEA Regional Research Programme. 125-135 p. <[www.worldagroforestrycentre.org](http://www.worldagroforestrycentre.org)>. Diakses tanggal 10 April 2013.