

DIVERSITAS TUMBUHAN TAHAN KEKERINGAN DAN MANFAAT BIOMASANYA UNTUK REMEDIASI TANAH

E. Arisoesilaningsih¹⁾ dan Suyono²⁾ E. Handayanto³⁾

¹⁾ Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Jl Veteran-Malang 65145

²⁾ Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan

³⁾ Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl Veteran-Malang 65145

Abstract

In support of healthy agriculture development to improve farmer's prosperity status, soil remediation and land conservation efforts maybe relied on the use of biomass of local vegetation. Results of field exploration conducted at Brantas Watershed of East Java for the period of 2001-2002 indicated that there were at least 154 species of scrubs under growth, 47 species of agriculture-plantation crops, and 59 species of road shelter trees. The native undergrowth vegetation had undergone enormous seasonal variations. Biomass of predominance vegetation, e.g. *Psophocarpus tetragonolobus*, *Phaseolus lunatus*, *Flemingia*, *Mimosa somian*, *Acacia villosa*, *Cassia mimosoides*, *Mucuna* could potentially be used as organic matter sources to improve availability of nitrogen and phosphorus in soils. The amount of nitrogen and phosphorus contributed of the plant biomass significantly correlated with quality of the biomass.

Key words: plant diversity, biomass, soil remediation

Pendahuluan

DAS Brantas memiliki area seluas 11.800 ha dan panjang total 320 km. Aliran sungai berasal dari sisi selatan Gunung Arjuno dan berakhir di Selat Madura. Lahan kritis berkapur dataran rendah DAS Brantas meliputi wilayah Kabupaten Malang, Blitar, Tulungagung dan Trenggalek mencapai luas 92.000 ha. Topografi tanah datar, bergelombang hingga berbukit, kemiringan 5-60 %, tingkat erosi sedang hingga tinggi pada musim hujan dan kering pada musim kemarau (Utomo, 1989). Tim survei tanah DAS Brantas (1988) mengamati bahwa sebagian DAS Brantas tersebut memiliki solum tanah dangkal, kesuburan tanah rendah, terjadi

defisiensi N, P, Mg dan Fe sehingga produktivitas tanah rendah. Keadaan ini disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah (kurang dari 1%). Untuk mempertahankan kandungan bahan organik tanah sebesar 2% diperlukan masukan bahan organik yang berupa sisa tanaman sekitar 8 – 9 t/ha/tahun (Hairiah *et al.*, 1998). Namun untuk memperoleh sisa tanaman dalam jumlah yang besar di lahan marjinal DAS Brantas Hulu dirasa sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif lain dengan memanfaatkan biomasa tumbuhan lokal yang berpotensi sebagai sumber bahan organik.

Beberapa tumbuhan pada musim kering menggugurkan daun bahkan ada

yang mematikan organ tertentu, namun pada musim hujan akan tumbuh kembali. Mengingat peran unik setiap spesies, maka potensi genetis setiap spesies harus dimanfaatkan sesuai *niche*-nya. Tumbuhan yang lulus hidup dari tekanan seleksi tersebut dapat dikembangkan untuk memproduksi biomassa sepanjang tahun dan memperbaiki sifat biologis tanah. Namun demikian sampai saat ini belum tersedia cukup informasi tentang diversitas tumbuhan yang teradaptasi pada kondisi lingkungan di DAS Brantas tersebut. Pemanfaatan biomassa tumbuhan yang teradaptasi tersebut sebagai sumber bahan organik juga belum banyak dilakukan oleh petani. Makalah ini melaporkan sebagian dari hasil inventarisasi diversitas tumbuhan dominan dan potensi biomasanya sebagai sumber bahan organik untuk remediasi kesuburan tanah.

Bahan dan Metode

Inventarisasi vegetasi secara kualitatif dilakukan dengan metode jelajah di sebagian lahan kritis DAS Brantas pada musim hujan dan musim kemarau tahun 2001. Pengamatan diversitas tumbuhan secara kuantitatif dilakukan dengan metode *line intercept* pada daerah terpilih di wilayah Kabupaten Malang yaitu Desa Ngembul, Kecamatan Kalipare dan Desa Banyuurip, Kecamatan Pagak. Petak contoh berupa garis sepanjang 2 m sebanyak 40 buah tersebar secara acak dan dilakukan 2 kali yaitu pada musim hujan dan musim kemarau tahun 2001. Parameter yang diamati adalah kerapatan dan kerimbunan setiap takson. Nilai relatif dari kerapatan, kerimbunan dan frekuensi dihitung untuk menentukan indeks nilai penting yang menggambarkan penguasaan suatu takson di habitatnya. Indeks keragaman jenis tumbuhan dihitung dengan

menggunakan rumus Shannon Wiener (Pielou, 1975), sedangkan pengaruh musim dan atau lokasi ditentukan dengan menghitung indeks kesamaan komunitas Bray-Curtis (Krebs, 1989). Dua komunitas dikatakan memiliki kesamaan yang besar jika indeks kesamaan mendekati 100 %. Uji potensi biomassa beberapa tumbuhan dominan dilakukan melalui studi dekomposisi dan mineralisasi biomassa tumbuhan dan pengaruhnya terhadap perbaikan kesuburan tanah. Biomassa segar ukuran 1-2 mm dicampur dengan tanah dan diinkubasi selama 12 minggu. Mineralisasi N dan P diamati selama 12 minggu inkubasi di laboratorium. Konstanta kecepatan mineralisasi diprediksi dengan model eksponensial tunggal yaitu $y_1 = y_0^{-kt}$ (Handayanto *et al.*, 1994).

Hasil dan Pembahasan

Diversitas tumbuhan

Hasil inventarisasi diversitas tumbuhan dari kegiatan penjelajahan di sebagian lahan kritis berkapur dataran rendah DAS Brantas pada musim hujan tercatat sebanyak 251 taksa yang terdiri atas 144 taksa tumbuhan bawah, 47 taksa tanaman budidaya dan 60 taksa tanaman tepi jalan, peneduh, penghijauan dan lain sebagainya (Tabel 1). Sebagian vegetasi dijumpai tumbuh pada dua musim dan sebagian yang lain hanya dijumpai pada musim hujan saja. Pengurangan keragaman jenis tumbuhan dari musim hujan ke musim kemarau paling banyak terjadi pada kelompok tumbuhan bawah.

Perubahan musim hujan ke musim kemarau menyebabkan terjadinya penurunan jumlah taksa. Di daerah Ngembul terjadi penurunan dari 45 taksa pada musim hujan menjadi 41 taksa pada musim kemarau sedangkan bukit Banyuurip telah terjadi penurunan

dari 72 taksa pada musin hujan menjadi 66 taksa pada musim kemarau (Tabel 2). Akibat perubahan musim telah terjadi pergeseran vegetasi kodominan baik di lokasi Ngembul maupun Banyuurip. Kedudukan *T. arguens* di Desa Ngembul dengan INP tertinggi pada musim hujan digantikan oleh *I. cylindrica* pada musim kemarau sedangkan kedudukan *I. cylindrica* di Banyuurip dengan INP

tertinggi pada musim hujan digantikan *L. camara* pada musim kemarau. *I. cylindrica* termasuk heliofit dan pertumbuhannya sangat tereduksi oleh naungan. Kelemahan ini dimanfaatkan petani untuk mengendalikan pertumbuhan alang-alang (Purnomosidi dan Rahayu, 2002).

Tabel 1. Variasi musiman jumlah taksa komunitas tumbuhan di lahan kritis berkapur DAS Brantas

Kelompok Vegetasi	Jumlah taksa		
	Musim Hujan	Musim Kemarau	Pengurangan
Tumbuhan bawah	144	128	16
Tanaman budidaya	47	46	1
Tanaman tepi jalan dll.	60	60	0
Jumlah	251	234	17

Tabel 2. Perbandingan komunitas tumbuhan liar di Desa Ngembul dan Banyuurip musim hujan serta kemarau

Lokasi	Musim Hujan				Musim Kemarau			
	Jml jenis	H	Jenis Kodominan	INP %	Jml jenis	H	Jenis Kodominan	INP %
Ngembul	45	4,0	<i>T. arguens</i>	34,6	41	3,7	<i>I. cylindrica</i>	48,8
			<i>I. cylindrica</i>	30,5			<i>E. amaura</i>	43,8
			<i>A. houstonianum</i>	27,5			<i>A. houstonianum</i>	32,8
			<i>E. amaura</i>	21,9			<i>C. pubescens</i>	21,2
			<i>A. villosa</i>	19,1			<i>Thridax. procumbens</i>	20,2
			<i>C. pubescens</i>	17,7			<i>A. villosa</i>	18,8
Banyuurip	72	4,7	<i>I. cylindrica</i>	26,6	66	4,5	<i>L. camara</i>	41,0
			<i>L. camara</i>	24,2			<i>Salvia riparia</i>	34,1
			<i>A. villosa</i>	23,5			<i>A. villosa</i>	31,3
			<i>Eragrostis sp.</i>	22,2			<i>I. cylindrica</i>	26,3
			<i>A. houstonianum</i>	21,5			<i>A. houstonianum</i>	18,9
			<i>S. riparia</i>	18,2			<i>Eragrostis sp.</i>	17,1

Keterangan : H : indeks diversitas; INP : Indeks Nilai Penting

Penambahan N mineral dan P tersedia dalam tanah oleh beberapa biomasa tumbuhan

Beberapa biomasa tumbuhan yang dominan kemudian dipelajari potensinya sebagai sumber bahan organik yang dapat memberikan sumbangan hara untuk pertumbuhan

tanaman. Karena pelepasan hara dari bahan organik, melalui proses dekomposisi dan mineralisasi, terkait dengan kualitas bahan organik itu sendiri (Handayanto *et al.*, 1995a), maka beberapa biomasa dianalisis kualitasnya (Tabel 3).

Tabel 3. Kualitas pangkasan beberapa tumbuhan liar dan residu tanaman pertanian

No	Nama spesies	C3-C4	Energi kcal/g	C %	N %	P %	Lignin %	Poli- fenol %
1	<i>Acacia villosa</i>	C3	3,04	33.9	3.99	0.18	7.52	4.62
2	<i>Aeschynomene americana</i>	C3	2,70	35.8	2.60	0.15		
3	<i>Ageratum conyzoides</i>	C3	2,90	34.6	2.31	0.58	11.44	0.82
4	<i>A. houstonianum</i>	C3	2,60	50.0	3.04	0.29	9.00	2.24
5	<i>Cajanus cajan</i>	C3	2,44	34.8	3.85	0.19		
6	<i>Cassia hirsuta</i>	C3	2,23	37.5	3.34	0.17		
7	<i>Cassia mimosoides</i>	C3	2,50	36.2	2.51	0.10	12.14	10.76
8	<i>Centrosema pubescens</i>	C3	2,56	36.6	3.11	0.07	12.82	4.80
9	<i>Dalbergia latifolia</i>	C3	3,01	37.0	2.62	0.09		
10	<i>Desmodium</i> sp	C3	2,62		2.32	0.09		
11	<i>Eulalia amaura</i>	C4	2,32	37.4	1.17	0.23		
12	<i>Flemingia congesta</i>	C3	2,76	40.6	3.08	0.18	23.6	6.32
13	<i>Gliricidia sepium</i>	C3	2,38	44.5	4.05	0.27	13.64	1.78
14	<i>Imperata cylindrica</i>	C4	2,36	38.8	0.83	0.04		
15	<i>Lantana camara</i>	C3	2,51	46.9	3.19	0.31	19.96	0.78
16	<i>Mimosa somian</i>	C3	2,48	32.8	2.99	0.14	12.20	11.24
17	<i>Mucuna pruriens</i>	C3	2,59	38.0	2.96	0.23	9.20	5.11
18	<i>Oplismenus burmann</i>	C4	1,71		1.79	0.17		
19	<i>Pennisetum purpureum</i>	C4	1,80	41.7	1.80	0.32	2.66	0.87
20	<i>Phaseolus lunatus</i>	C3	2,67	36.3	2.86	0.23	6.92	6.46
21	<i>Phaseolus vulgaris</i>	C3	2,51	36.5	3.76	0.28		
22	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	C3	2,66	37.3	3.00	0.17	13.06	4.61
23	<i>Salvia riparia</i>	C3	2,52	39.7	1.76	0.12		
24	<i>Tectona grandis</i>	C3	2,05	43.5	1.31	0.13	19.68	0.53
25	<i>Themeda arguens</i>	C4	2,44	32.9	0.99	0.05		
26	<i>Tithonia diversifolia</i>	C3	2,35	43.5	5.31	0.47	5.32	2.08
27	<i>Zea mays</i>	C4	2,27	46.4	2.28	0.31	2.90	0.97

Mineralisasi N

Mineralisasi N diukur dengan nilai N mineral pada minggu ke 1, 2, 4, 6 dan 8 setelah inkubasi. Dari minggu ke- 1 sampai dengan minggu ke- 8 setelah inkubasi menunjukkan hasil peningkatan nilai N mineral yang berbeda-beda dari setiap bahan organik. Dari minggu pertama pengamatan sampai dengan minggu terakhir urutan N mineral kumulatif yang tertinggi sampai terendah adalah *Acacia villosa* (27,98 mg/kg) > *Phaseolus lunatus* (21,43 mg/kg) > *Mucuna pruriens* (19,50 mg/kg) > *Centrosema pubescens* (19,02 mg/kg) >

Flemingia sp (16,23 mg/kg) > *Cassia mimosoides* (13,90 mg/kg) > *Psophocarpus tetragonolobus* (12,70 mg/kg) > *Mimosa somian* (11,29 mg/kg). (Gambar 1).

Acacia villosa memiliki konstanta kecepatan mineralisasi yang paling tinggi dibandingkan dengan bahan organik lainnya ($k=0,1114$), karena memiliki kandungan nilai N total (3,994%) tertinggi dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Mineralisasi *Acacia villosa* ditunjukkan dengan nilai persen N termineralisasi kumulatif sampai minggu ke-8 sebesar 70,06% dan nilai mineralisasi terendah sebesar 28,26% (*Mimosa somian*). Hasil pengamatan

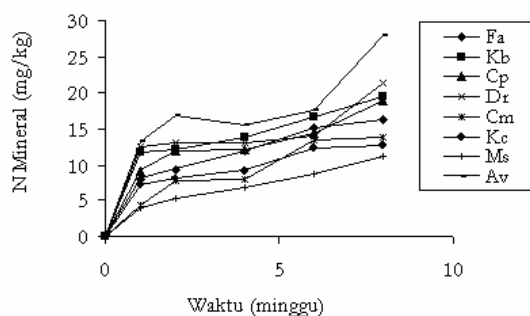
menunjukkan bahwa konstanta kecepatan mineralisasi N sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan organik (Handayanto *et al.*, 1995b). Hasil korelasi antara konstanta kecepatan mineralisasi N dengan komposisi kimia bahan organik menunjukkan bahwa nilai kN berhubungan erat dengan nilai N awal ($r = 0,797$). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan N awal bahan organik sangat mempengaruhi kecepatan mineralisasi. Kandungan N dalam bahan organik umumnya dinyatakan sebagai faktor kualitas penting yang mengendalikan kecepatan mineralisasi N dari sisa tanaman (Frankenberger dan Abdelmagid, 1985, Handayanto *et al.*, 1995a).

Mineralisasi P

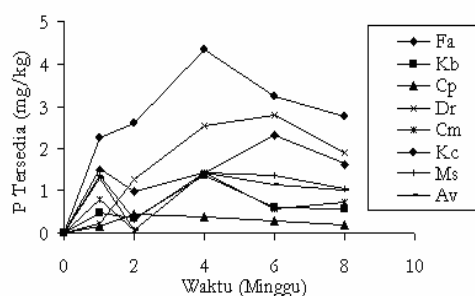
Nilai P tersedia tertinggi ditunjukkan oleh pemberian *Psophocarpus tetragonolobus*. Pada minggu ke-4 pengamatan, semua kandungan P

meningkat sampai 63% (*Psophocarpus tetragonolobus*), namun mulai minggu ke-6 sampai dengan minggu ke-8 P tersedia mulai menurun (Gambar 2).

Pemberian masukan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P. Peningkatan P tersedia, tergantung pada bahan organik yang diberikan. Pemberian bahan organik berkualitas tinggi akan meningkatkan ketersediaan P. Bahan organik dapat dikatakan berkualitas tinggi apabila konsentrasi P dalam bahan organik itu tinggi. Hairiah *et al.* (2000) mengemukakan bahwa kualitas bahan organik berkaitan dengan penyediaan unsur P ditentukan oleh konsentrasi P dalam bahan organik. Nilai kritis kadar P dalam bahan organik adalah 0,25%. Namun dalam penelitian ini diperoleh bahwa rasio C/P juga berpengaruh terhadap kecepatan mineralisasi P sehingga dapat mempengaruhi kualitas dari bahan organik tersebut.



Gambar 1. N Mineral kumulatif dari pangkasan *Flemingia* (Fa), *Mucuna* (Kb), *Centrosema* (Cp), *Phaseolus* (Dr), *Cassia* (Cm), *Psophocarpus* (Kc), *Mimosa* (Ms), *Acacia* (Av).



Gambar 2. P tersedia kumulatif dari biomasa *Flemingia* (Fa), *Mucuna* (Kb), *Centrosema* (Cp), *Phaseolus* (Dr), *Cassia* (Cm), *Psophocarpus* (Kc), *Mimosa* (Ms), *Acacia* (Av)

Hal ini dibuktikan dengan hasil analisa P tersedia yang dilakukan pada minggu ke-1, 2, 4, 6, 8 setelah inkubasi. Dari hasil analisa diperoleh bahwa nilai P tersedia yang tertinggi adalah *Psophocarpus tetragonolobus*. Hal ini karena bahan organik ini memiliki nilai konsentrasi P

yang tinggi dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Namun, kecepatan mineralisasi bahan organik ini tergolong rendah. Kecepatan mineralisasi yang tertinggi adalah *Flemingia*). *Psophocarpus tetragonolobus* memiliki rasio C/P yang tinggi dibandingkan dengan *Flemingia*.

Rasio C/P mempengaruhi dalam proses mineralisasi P. Semakin besar nilai rasio C/P maka kecepatan mineralisasi bahan organik semakin berkurang. Menurut Stevenson (1982), nilai rasio C/P yang rendah menunjukkan bahan sisa tanaman cepat melapuk sehingga dianggap berkualitas tinggi.

Kesimpulan

Jumlah taksa tumbuhan hasil inventarisasi di DAS Brantas musim hujan tercatat sebanyak 251 taksa sedangkan pada musim kemarau tercatat sebanyak 234 taksa. Pada kelompok tumbuhan bawah terjadi pengurangan taksa paling banyak yaitu 16 taksa. Beberapa biomasa tumbuhan dominan, diantaranya *Psophocarpus tetragonolobus*, *Phaseolus lunatus*, *Flemingia*, *Mimosa somian*, *Acacia villosa*, *Cassia mimosoides*, *Mucuna* berpotensi untuk digunakan sebagai sumber bahan organik untuk meningkatkan ketersediaan N dan P dalam tanah. Besarnya sumbangan N dan P terkait dengan kualitas (komposisi) biomasa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dewan Riset Nasional atas biaya penelitian yang diberikan melalui RUT VII.

Daftar Pustaka

- Frankenberger, W. T dan Abdelmagid, H.M. 1985. Kinetic Parameter of Nitrogen Mineralization Rates of Leguminosa Crops Incorporated into Soils. *Plant and Soil*. 87: 257-271.
- Hairiah, K., Ismunandar, S., dan Handayanto, E. 1998. Pengelolaan tanah secara biologi pada lahan kering basah melalui pendekatan holistik dan spesifik menuju sistem pertanian berkelanjutan. Seminar HITI, Komda Jatim, desember 1998.
- Hairiah, K., Widiyanto, Utami, S.R., Suprayogo, D., Sunaryo, Sitompul, S.M., Lusiana, B., Mulia, R., Van Noordwijk, M. dan Cadisch, G., 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. SMT Grafika Desa Putera. Jakarta.
- Handayanto, E. dan Ismunandar, S. 1999. Seleksi Bahan Organik Untuk Peningkatan Sinkronisasi Nitrogen Pada Ultisol Lampung. *Habitat*. 11: 37-47.
- Handayanto, E., Cadisch, G. and Giller, K. E., 1994. Nitrogen Release from Prunings of Legume Hedgerow Trees in Relation to Quality of the Prunings in Incubation Method. *Plant and Soil*. 160: 237-248.
- Handayanto, E., Cadisch, G. and Giller, K.E. 1995a. Decomposition and N mineralization of selected legume hedgerow tree prunings. In: *Soil Management in Sustainable Agriculture*. Publisher Wye College-University of London Press, Ashford, Kent, UK.
- Handayanto, E., Cadisch, G. and Giller, K.E. 1995b. Manipulation of quality and mineralization of tropical legume tree prunings by varying nitrogen supply. *Plant and Soil* 176, 149-160.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Publ. New York.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons. New York.
- Purnomosidi, P. dan Rahayu, S. 2002. Pengendalian alang-alang dengan pola agroforestri. Dalam *Akar Pertanian Sehat*. Biological Management and Soil Fertility. Universitas Brawijaya, Malang.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry*. John Willey and Son. New York.
- Tim Survey Tanah. 1988. Laporan Survey dan Pemetaan Tanah Detail DAS Brantas Hulu Kabupaten Malang, Blitar, Tulungagung dan Trenggalek, Propinsi Jawa Timur No. 31/ppt/1988. Proyek Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah. Bappeda Tk. I Jawa Timur-Pusat Penelitian Tanah Bogor.
- Utomo, W.H. 1989. *Konservasi Tanah di Indonesia*. Rajawali Press. Jakarta.