



Produktivitas Tanaman *Indigofera zollingeriana* yang Diberi Beberapa Jenis dan Dosis Air Cucian Beras

Sena, J.O., N. M. Witariadi, dan N G. K. Roni

Program Studi Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.

E-mail: orlin.sena8@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi jenis dan dosis air cucian beras. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Universitas Udayana, jalan raya Sesetan gang Markisa Denpasar, selama 3 bulan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis air cucian beras terdiri atas C₀: air cucian beras segar dan C₁: air cucian beras fermentasi, sedangkan faktor kedua adalah dosis air cucian beras terdiri atas D₀: tanpa air cucian beras/kontrol, D₁: 50 kg N/ha, D₂: 100 kg N/ha, D₃: 150 kg N/ha, D₄: 200 kg N/ha, D₅: 250 kg N/ha. Dari rancangan tersebut didapat 12 kombinasi perlakuan dan setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga didapat 36 unit percobaan. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bintil akar, jumlah cabang, berat kering daun, berat kering batang, berat kering akar, berat kering total hijauan, luas daun per pot, nisbah berat kering daun dengan berat kering batang dan nisbah berat kering total hijauan, dengan berat kering akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor jenis air cucian beras secara statistik berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering daun, berat kering batang, berat kering akar, berat kering total hijauan dan luas daun perpot, sedangkan faktor dosis air cucian beras secara statistik berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, jumlah cabang, berat kering daun dan luas daun perpot. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa produktivitas tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi air cucian beras segar lebih baik dibandingkan air cucian beras fermentasi. Peningkatan dosis air cucian beras menurunkan produktivitas tanaman *Indigofera zollingeriana*. Pada dosis D₀ memberikan hasil yang terbaik kecuali pada jumlah bintil akar, nisbah berat kering daun dengan berat kering batang dan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar. Terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras terhadap variabel tinggi tanaman, berat kering daun dan luas daun perpot.

Kata kunci: produktivitas, *Indigofera zollingeriana*, air cucian beras

Productivity of *Indigofera zollingeriana* Plants which were Given Several Types and Doses of Rice Washing Water

ABSTRACT

This study aims to determine the productivity of *Indigofera zollingeriana* plants which are given the type and dose of rice water. This research was conducted at the Greenhouse of the Faculty of Animal Husbandry Research Station of Udayana University, Highway Sesetan Markisa up to 3 months. The design used is a completely randomized design (RAL) factorial with 2 factors. The first factor is rice water types consist of C₀: fresh rice washing water and C₁: fermented rice water, while the second

factor is the dose of rice water consist of D₀: without rice water/control, D₁: 50 kg N/ha, D₂: 100 kg N/ha, D₃: 150 kg N/ha, D₄: 200 kg N/ha, D₅: 250 kg N/ha. From the design, 12 treatment combinations were obtained and each treatment combination was repeated 3 times to obtain 36 experimental units. Variables observed were plant height, number of leaves, number of nodules, number of branches, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, forage total dry weight, leaf area, leaf dry weight ratio with stem dry weight and weight ratio total dry forage with root dry weight. The results showed that the factor of rice washing water statistically significantly affected the variable height of plants, number of leaves, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, total dry weight of forage and leaf area, while the dose factor for rice washing water has a statistically significant effect on the number of leaves, number of branches, dry weight of leaves and leaf area. Based on the results of this study concluded that the productivity of *Indigofera zollingeriana* plants which were given fresh rice washing water was better than fermented rice washing water. An increase in the dose of rice washing water decreases the productivity of *Indigofera zollingeriana* plants. At dosage D₀ gives the best results except for the number of root nodules, the ratio of leaf dry weight to stem dry weight and the ratio of total dry weight to forage with root dry weight. An interaction between the type and dose of rice washing water on variable plant height, leaf dry weight and leaf area.

Keywords: productivity, Indigofera zollingeriana, rice washing water

PENDAHULUAN

Hijauan makanan ternak (HMT) adalah pakan yang dapat berupa legum maupun rumput-rumputan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Hijauan sebagai sumber bahan pakan yang utama dan sangat besar peranannya bagi ternak ruminansia (sapi, kerbau, kambing dan domba). Salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi dan kualitas hijauan pakan adalah dengan mengembangkan jenis legum unggul seperti *Indigofera zollingeriana*. *Indigofera zollingeriana* tergolong sebagai tanaman legum semak yang mampu menghasilkan hijauan pakan dengan kualitas tinggi (Abdullah *et al.*, 2010). Menurut Hassen *et al.* (2007) salah satu jenis hijauan pakan yang memiliki kandungan nutrisi, produksi tinggi serta toleran terhadap kekeringan adalah legum dari genus *Indigofera*. Untuk mendapatkan produksi yang optimal dan nilai gizi yang tinggi perlu adanya suatu tindakan dalam pengolahan tanah yang baik, pemilihan bibit yang tepat, penanaman, pengairan dan penyediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman seperti pemberian pupuk (Reksohadiprojo, 1985).

Pemupukan bisa dilakukan dengan menggunakan pupuk kimia (anorganik) dan pupuk organik. Salah satu pupuk organik yang bisa memperbaiki unsur hara tanah dan bisa meningkatkan kualitas dan kuantitas panen adalah limbah air cucian beras. Air cucian beras mempunyai banyak manfaat untuk tanaman, mudah diperoleh petani, ramah lingkungan dan harga yang murah sehingga dapat terjangkau oleh petani (Abidin *et al.*, 1990). Air cucian beras juga berpotensi memberikan sumber N bagi tanaman. Air cucian beras mengandung nutrisi diantaranya adalah 90% karbohidrat, 8,77% protein, 1,09% lemak, 70% vitamin B1,

90% vitamin B3, 50% vitamin B6, 50% mangan (Mn), 60% fosfor (P), 50% zat besi (Fe), 0,015% nitrogen (N), 14,525% magnesium (Mg), 0,02% kalium (K), dan 2,94% kalsium (Ca) (Wardiah *et al.*, 2014).

Hairuddin (2015) melaporkan bahwa pemberian air cucian beras dosis 20 ml memberikan pengaruh pada tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*). Hasil penelitian Wulandari *et al.* (2011) menyatakan pengaruh air cucian beras putih memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan akar dan hasil pada tanaman selada, lebih baik dibandingkan air cucian beras merah. Pemberian air cucian beras atau disebut leri dapat digunakan sebagai nutrisi tambahan bagi selada yang banyak mengandung unsur hara. Berdasarkan hal tersebut, penelitian terkait pemakaian kombinasi air cucian beras dengan fermentasi air cucian beras masih sangat sedikit sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk melihat pengaruh air cucian beras segar dan fermentasi terhadap tanaman *Indigofera zollingeriana*.

MATERI DAN METODE

Bibit tanaman

Bibit tanaman *Indigofera zollingeriana* berupa biji yang didapat dari Rumah kaca, Fakultas Peternakan Universitas Udayana di jalan Raya Seseetan Gang Markisa Denpasar.

Tanah dan air

Tanah yang digunakan berasal dari Farm Fakultas Peternakan Universitas Udayana Desa Pangotan Kabupaten Bangli. Sebelum tanah digunakan, tanah dianalisa terlebih dahulu di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Air yang digunakan untuk menyiram tanaman berasal dari air sumur di tempat penelitian. Hasil analisa tanah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Peralatan penelitian

Alat yang digunakan berupa: pot sebanyak 36 unit sesuai dengan jumlah perlakuan, cangkul untuk pengambilan tanah, timbangan manual dengan kapasitas 15 kg dan dengan kepekaan 100 gram untuk menimbang tanah dan timbangan elektrik dengan kapasitas 500 gram dan kepekaan 0,1 gram untuk menimbang pupuk, ayakan untuk mengayak tanah agar tanah lebih homogen, jerigen sebagai wadah air cucian beras, ember untuk menampung air, penggaris untuk mengukur tinggi tanaman, pisau atau gunting digunakan untuk memisahkan atau memotong bagian-bagian tanaman saat panen, kantong kertas digunakan untuk menempatkan bagian-bagian tanaman yang telah dipisahkan sebelum dioven, oven untuk

mengeringkan sampel dengan suhu 70°C hingga didapat berat konstan, *leaf area meter* untuk mengukur luas daun, dan alat tulis digunakan dalam pencatatan serta alat dokumentasi.

Air cucian beras

Air cucian beras yang digunakan terdiri dari air cucian beras segar dan terfermentasi. Air cucian beras segar dan fermentasi dianalisa terlebih dahulu di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Hasil analisa air cucian beras segar dan fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisa tanah Desa Pengotan, air cucian beras segar dan terfermentasi

	Uraian	Tanah	Air cucian beras segar	Air cucian beras fermentasi
1	pH (1:2,5) H ₂ O	7,1 (N)	6,1 (AM)	5,8 (AM)
2	DHL (mmhos/cm)	0,31 (SR)	1,97 (R)	2,72 (S)
3	C Organik (%)	1,22 (R)	4,29 (T)	3,51 (T)
4	N Total (%)	0,13 (R)	0,01 (SR)	0,01 (SR)
5	P Tersedia (ppm)	45,43 (ST)	189,97 (ST)	189,29 (ST)
6	K Tersedia (ppm)		497,10 (ST)	489,70 (ST)
7	Kadar Air:			
	KU (%)	4,07		
	KL (%)	30,52		
8	Tekstur (Pasir Berlempung)			
	Pasir (%)	76,09		
	Debu (%)	12,93		
	Liat (%)	10,98		

Data: Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.

Keterangan :

Singkatan:	Metode:	Keterangan:
DHL : Daya Hantar Listrik	C Organik : Metode Walkley & Black	R,S, T :Rendah, Sedang, Tinggi
KU : Kering Udara	N Total : Metode Kjelhall	SR : Sangat Rendah
KL : Kapasitas Lapang	KU dan KL : Metode Graviment	ST : Sangat Tinggi
P ,K : Posfor,Kalium	P : Metode Bray-1	N : Netral
C,N : Karbon, Nitrogen	Tekstur : Metode Pipet	AM : Agak Masam

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Penelitian Laboratorium Rumah Kaca Fakultas Peternakan Universitas Udayana di Jl. Raya Sesetan, Gang Markisa, Denpasar. Penelitian berlangsung selama ± 3 bulan meliputi persiapan, pemeliharaan, pengamatan, dan panen.

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis air cucian beras terdiri atas C₀= air cucian beras segar dan C₁= air cucian beras fermentasi. Faktor kedua adalah dosis air cucian beras terdiri atas D₀: kontrol, D₁: 50 kg N/ha (66 ml/pot), D₂: 100 kg N/ha (133 ml/pot), D₃: 150 kg N/ha (200 ml/pot), D₄: 200 kg N/ha (267 ml/pot) dan D₅: 250 kg N/ha (333 ml/pot). Satuan kg N/ha

didapat dengan menggunakan unsur N di dalam air cucian beras yakni sebanyak 0,015.

Dengan rumus:

$$N = \frac{D}{K} \times 100 \text{ (dalam Ha)}$$

Keterangan:

N= Nitrogen

D= dosis pemupukan

K= kandungan nitrogen

Dari perlakuan tersebut didapat 12 kombinasi perlakuan masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 unit percobaan.

Persiapan dan penanaman bibit

Biji *Indigofera zollingeriana* dicuci, dipilih yang bernas dengan cara membuang biji yang terapung, setelah itu direndam semalam, ditiriskan dan kemudian ditanam langsung pada pot percobaan. Masing-masing pot ditanami 5 biji *Indigofera zollingeriana*. Setelah tumbuh digunakan satu yang memiliki tinggi seragam dengan lainnya.

Persiapan air cucian beras dan fermentasi

Air cucian beras yang digunakan berasal dari limbah rumah tangga, dimana air cucian beras ini diperoleh dari pencucian menggunakan beras sebanyak 1 kg dan air sebanyak 1,5 liter dengan dua kali pencucian sehingga didapat 3 liter air cucian beras. Air cucian beras segar disediakan setiap penyiraman kecuali air cucian beras fermentasi disiapkan diawal penelitian untuk digunakan selama penelitian.

Air cucian beras fermentasi, menggunakan mikroba (EM₄) agar proses fermentasi dapat berlangsung cepat dan baik ditambahkan gula pasir yang telah dicairkan kemudian diamkan dalam jerigen yang kedap udara (anaerob) selama 2 minggu.

Persiapan pupuk dasar

Pupuk dasar yang digunakan dalam penelitian ini yakni pupuk dari kotoran ternak sapi padat. Pupuk dasar yang digunakan sebanyak 10 ton/ha untuk memicu pertumbuhan awal.

Aplikasi perlakuan

Aplikasi perlakuan air cucian beras segar dan terfermentasi dilakukan dengan menyiram tanaman 2 kali seminggu sesuai dosis perlakuan

Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara melakukan penyiraman rutin setiap hari dan pemberantasan hama atau gulma (penyiangan) sewaktu-waktu apabila terdapat hama atau gulma.

Pengamatan dan panen

Pengamatan atau pengambilan data pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah daun) dilakukan setiap minggu selama 8 minggu. Pengambilan data pertumbuhan panjang akar, hasil, dan karakteristik tumbuh dilakukan pada saat panen. Tanaman dipotong di atas permukaan tanah dan kemudian dipisahkan bagian daun, batang dan akar.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi: (1) Variabel pertumbuhan tanaman: a) tinggi tanaman (cm), b) jumlah daun (helai), dan c) jumlah cabang (batang) d) jumlah bintil akar (buah); (2) Variabel produksi tanaman: a) berat kering daun (g), b) berat kering batang (g), c) berat kering akar (g), dan d) berat kering total hijauan (g); dan (3) Variabel karakteristik tumbuh tanaman: a) nisbah berat kering daun dengan berat kering batang, b) nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar (*top root ratio*), dan c) luas daun per pot (cm²).

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam (IBM SPSS Statistics 24) dan apabila diantara perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) maka perhitungan dilanjutkan dengan uji jarak berganda dari Duncan (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras terhadap variabel tinggi tanaman, berat kering daun dan luas daun perpot tanaman *Indigofera zollingeriana*. Faktor jenis air cucian beras berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering daun, berat kering batang, berat kering akar, berat kering total hijauan dan luas daun perpot, sedangkan faktor dosis air cucian beras berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap variabel jumlah daun, jumlah cabang, berat kering daun dan luas daun perpot. Terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras terhadap variabel tinggi tanaman, berat kering daun dan luas daun per pot tanaman *Indigofera zollingeriana* menunjukkan bahwa antara faktor jenis dan dosis air cucian beras saling mempengaruhi dalam menentukan produktivitas tanaman khususnya tinggi tanaman, berat kering daun dan luas daun per pot, sesuai dengan pendapat Gomez dan Gomez (1995) yang menyatakan bahwa dua faktor perlakuan dikatakan berinteraksi apabila pengaruh satu faktor perlakuan berubah pada saat perubahan taraf faktor perlakuan lainnya, sedangkan pada variabel lainnya tidak terjadi Interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras ($P > 0,05$). Hal

ini karena antara jenis dan dosis air cucian beras bekerja sendiri-sendiri/bertindak bebas atau pengaruhnya berdiri sendiri. (Steel dan Torrie, 1991).

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi beberapa jenis dan dosis air cucian beras

Variabel	Jenis air ¹⁾ cucian beras	Dosis air cucian beras ²⁾						Rataan	SEM ³⁾
		D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅		
Tinggi tanaman (cm)	C ₀	66,67 ^a	67,50 ^a	59,00 ^{abc}	65,83 ^a	69,67 ^a	69,50 ^a	66,36 ^{X4}	2,687
	C ₁	72,83 ^a	62,83 ^{ab}	63,33 ^{ab}	41,67 ^{cd}	44,17 ^{bcd}	35,50 ^d	53,39 ^Y	
	Rataan	69,75 ^A	65,17 ^A	61,17 ^A	53,75 ^A	56,92 ^A	52,50 ^A	4,654	
Jumlah daun (helai)	C ₀	21,67	19,67	20,67	19,67	18,33	17,00	19,50 ^X	1,015
	C ₁	25,67	16,00	18,33	11,00	11,00	10,33	15,39 ^Y	
	Rataan	23,67 ^A	17,83 ^{BC}	19,50 ^{AB}	15,33 ^{BC}	14,67 ^{BC}	13,67 ^C	1,759	
Jumlah bintil akar (buah)	C ₀	86,33	168,67	86,00	160,33	131,33	88,33	120,17 ^X	10,09
	C ₁	101,00	106,33	75,00	61,67	100,33	110,33	92,44 ^X	
	Rataan	93,67 ^A	137,50 ^A	80,50 ^A	111,00 ^A	115,83 ^A	99,33 ^A	18,72	
Jumlah cabang (batang)	C ₀	2,67	1,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,83 ^X	0,322
	C ₁	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,44 ^X	
	Rataan	2,50 ^{A4}	0,50 ^B	0,50 ^B	0,17 ^B	0,00 ^B	0,17 ^B	0,557	

Keterangan:

- 1) C₀: air cucian beras segar dan C₁: air cucian beras fermentasi
- 2) D₀: tanpa air cucian beras, D₁: 50 kg N/ha, D₂: 100 kg N/ha, D₃: 150 kg N/ha, D₄: 200 kg N/ha, D₅: 250 kg N/ha
- 3) SEM = Standar Error of the treatment Means
- 4) Nilai dengan huruf kapital berbeda pada baris atau kolom yang sama dan nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2, tampak bahwa tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan air cucian beras fermentasi menghasilkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang nyata lebih rendah dan juga jumlah cabang dan jumlah bintil akar yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan air cucian beras segar (Tabel 2). Hal ini karena pada air cucian beras fermentasi terdapat penambahan fermentor sehingga mikroba yang terdapat pada air cucian beras fermentasi jumlahnya lebih banyak dari air cucian beras segar. Hal ini terlihat dari kandungan C-organik pada air cucian beras fermentasi yang menurun dibandingkan air cucian beras segar yang mengindikasikan C-organik digunakan oleh mikroba sehingga ketersediannya bagi tanaman berkurang (Tabel 1). Disamping itu disebabkan juga oleh rendahnya pH pada perlakuan air cucian beras fermentasi (Tabel 1) sehingga ketika diaplikasikan ke dalam tanah akan menurunkan pH tanah akibatnya berpengaruh pada ketersediaan kandungan fosfor. Pada pH tanah yang lebih rendah akan menyebabkan ketersediaan fosfor menurun sehingga berdampak bagi pertumbuhan tanaman

Indigofera zollingeriana. Ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH tanah, Fe, Al dan Mn terlarut, kadar bahan organik dan aktivitas mikroorganisme (Azmul *et al.*, 2016).

Tabel 3 Produksi tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi beberapa jenis dan dosis air cucian beras

Variabel	Jenis air cucian beras ¹⁾	Dosis air cucian beras ²⁾						Rataan	SEM ³⁾
		D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅		
Berat kering daun (g)	C ₀	7,83 ^a	8,30 ^a	8,43 ^a	8,73 ^a	8,23 ^a	7,93 ^a	8,24 ^{X4}	0,44
	C ₁	8,87 ^a	6,37 ^{abc}	7,37 ^{ab}	4,07 ^{bcd}	3,37 ^{cd}	2,13 ^d	5,36 ^Y	
	Rataan	8,35 ^A	7,33 ^{ABC}	7,90 ^{AB}	6,40 ^{ABC}	5,80 ^{BC}	5,03 ^C	0,76	
Berat kering batang (g)	C ₀	5,17	5,23	4,23	5,33	5,23	5,50	5,12 ^X	0,42
	C ₁	5,83	4,07	4,20	2,67	2,03	1,60	2,91 ^Y	
	Rataan	5,50 ^A	4,65 ^A	4,22 ^A	4,00 ^A	3,63 ^A	3,55 ^A	0,72	
Berat kering akar (g)	C ₀	4,47	4,13	4,77	4,13	4,30	4,33	4,36 ^X	0,33
	C ₁	4,97	2,87	3,30	2,30	1,87	1,27	2,32 ^Y	
	Rataan	4,72 ^A	3,50 ^A	4,03 ^A	3,22 ^A	3,08 ^A	2,80 ^A	0,57	
Berat kering total hijauan (g)	C ₀	13,00	13,53	12,67	14,07	13,47	13,43	13,36 ^X	0,84
	C ₁	14,70	10,43	11,57	6,73	5,40	3,73	8,76 ^Y	
	Rataan	13,85 ^{A4}	11,98 ^A	12,12 ^A	10,40 ^A	9,43 ^A	8,58 ^A	1,46	

Keterangan:

¹⁾ C₀: air cucian beras segar dan C₁: air cucian beras fermentasi

²⁾ D₀: tanpa air cucian beras, D₁: 50 kg N/ha, D₂: 100 kg N/ha, D₃: 150 kg N/ha, D₄: 200 kg N/ha, D₅: 250 kg N/ha

³⁾ SEM = *Standar Error of the treatment Means*

⁴⁾ Nilai dengan huruf kapital yang berbeda pada baris dan nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05), sedangkan nilai dengan huruf kapital yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05)

Berat kering daun, berat kering batang, berat kering akar dan berat kering total hijauan tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan air cucian beras fermentasi menunjukkan hasil yang nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan air cucian beras segar (Tabel 3.2). Hal tersebut dipengaruhi oleh pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun yang nyata lebih rendah dan juga jumlah cabang dan jumlah bintil akar yang cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan air cucian beras segar (Tabel 2). Umumnya semakin tinggi tanaman akan menghasilkan jumlah daun dan cabang yang banyak (Taufika, 2011) sehingga menghasilkan berat kering daun dan berat kering batang yang tinggi. Begitupun bintil akar, bintil akar yang banyak mengindikasikan tanaman tumbuh subur dan mendapatkan unsur hara yang cukup. Bintil akar yang tumbuh dengan baik akan menghasilkan berat kering akar yang meningkat. Berat kering daun dan berat kering batang yang tinggi akan menghasilkan berat

kering total hijauan yang tinggi, karena berat kering total hijauan didapat dari penjumlahan berat kering daun dengan berat kering batang.

Air cucian beras fermentasi nyata lebih rendah pada variabel luas daun per pot tanaman *Indigofera zollingeriana* (Tabel 3). Hal ini karena pada perlakuan air cucian beras fermentasi menghasilkan jumlah daun dan berat kering daun yang lebih rendah dibandingkan air cucian beras segar sehingga unsur hara dan sinar matahari tidak dapat diserap optimal yang menyebabkan luas daun yang dihasilkan menurun (Tabel 3). Ini berarti pada perlakuan air cucian beras fermentasi proses fotosintesis tidak dapat berjalan optimal karena rendahnya jumlah daun dan luas daun yang kurang lebar untuk menangkap cahaya matahari yang merupakan salah satu faktor untuk proses fotosintesis. Selain itu, bahan organik yang diberikan pada perlakuan air cucian beras fermentasi lebih rendah dari air cucian beras segar. Hal ini diduga karena digunakan oleh mikroba sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk meningkatkan luas daun. Menurut Husma (2010) pemberian bahan organik berpengaruh terhadap tanaman seperti peningkatan kegiatan respirasi, bertambahnya luas daun yang berpengaruh terhadap kegiatan fotosintesis. Pada perlakuan air cucian beras fermentasi memberikan pengaruh yang tidak nyata lebih rendah dibandingkan air cucian beras segar pada nisbah berat kering daun dengan berat kering batang. Hal ini karena pada perlakuan air cucian beras fermentasi menghasilkan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan air cucian beras segar (Tabel 3). Ini berarti jumlah daun yang sedikit menyebabkan berat kering daunnya rendah sehingga menunjukkan kualitas hijauannya juga rendah. Menurut Suastika (2012) semakin tinggi porsi daun suatu tanaman dan porsi batang yang lebih kecil maka nisbah berat kering daun dengan berat kering batang semakin tinggi. Pada nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan air cucian beras fermentasi tetapi tidak nyata secara statistik. Hal ini disebabkan oleh rendahnya berat kering akar pada perlakuan air cucian beras fermentasi dan berat kering total hijauan yang tinggi sehingga bila dibagi menghasilkan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar yang tinggi.

Terjadi penurunan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang tanaman *Indigofera zollingeria* pada peningkatan dosis air cucian beras. Hal ini erat kaitannya dengan ketersediaan C-organik dan pH tanah. Peningkatan dosis air cucian beras akan meningkatkan jumlah mikroba yang memanfaatkan C-organik sehingga ketersediaannya bagi tanaman menurun. Bahan organik akan menyediakan C-organik yang merupakan bahan konsumsi mikroorganisme, sehingga penambahan bahan organik akan meningkatkan populasi

mikroorganisme di dalam tanah (Yulipriyanto, 2010). Peningkatan dosis air cucian beras juga akan menyebabkan semakin menurunnya pH tanah yang erat kaitannya dengan ketersediaan unsur-unsur hara terutama unsur P sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Kemasaman tanah merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam tanah. pH tanah dapat mempengaruhi ketersediaan hara tanah dan bisa menjadi faktor yang berhubungan dengan kualitas tanah dan faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman. Ketersediaan optimum dari beberapa unsur hara di dalam tanah dipengaruhi oleh pH. Pada pH kurang dari 5,5 ion fosfat akan diikat oleh Fe dan Al sebagai senyawa yang tidak larut dalam air, sedangkan diatas pH 7,0 akan bereaksi dengan Ca dan Mg membentuk senyawa yang tidak larut dalam air dan unsur hara fosfor (P) menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Sudaryono, 2009).

Pada bintil akar, unsur fosfor relatif dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk membentuk nodul dan fiksasi nitrogen. Pada akar tanaman legum terdapat bintil-bintil akar yang mengandung bakteri rhizobium, yang menjalin interaksi simbiosis dengan tanaman inang dalam proses fiksasi (N) secara biologi dari udara (Mansyur, 2008). Pada bintil akar, peningkatan dosis menunjukkan D_1 lebih tinggi dari dosis lainnya tetapi tidak nyata secara statistik. Hal ini karena penyerapan unsur hara terutama unsur P optimal terjadi pada D_1 untuk pertumbuhan bakteri rhizobium dalam pembentukan nodul pada akar tanaman *Indigofera zollingeriana*. Menurut Mansyurdin (1991) bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi, struktur dan fungsi bintil akar yaitu antara lain suhu, cahaya, kelembaban tanah, pH tanah dan oksigen. Faktor lain yang mempengaruhinya yaitu nutrisi seperti fosfor, sulfur, kalium, nitrogen, kalsium dan unsur-unsur mikro lainnya.

Sedangkan terhadap berat kering daun, hasil analisis statistic menunjukkan bahwa secara nyata terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras. Berat kering daun tanaman *Indigofera zollingeriana* secara nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh jenis dan dosis air cucian beras. Rataan berat kering daun tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan C_0 adalah 8,24 g. Pada perlakuan C_1 34,97% nyata ($P < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C_0 . Rataan berat kering daun tanaman yang diberi perlakuan D_0 adalah 8,35 g. Pada perlakuan D_1 , D_2 dan D_3 masing-masing 12,18, 5,39 dan 23,35%, ($P > 0,05$) lebih rendah dari D_0 , sedangkan perlakuan D_4 dan D_5 masing-masing 30,54 dan 39,72% nyata ($P < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan D_0 (Tabel 3).

Berat kering batang tanaman *Indigofera zollingeriana* secara nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh jenis air cucian beras tetapi tidak dipengaruhi oleh dosis air cucian beras ($P > 0,05$). Rataan berat kering batang tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan

C₀ adalah 5,12 g. Pada perlakuan C₁ 43,06% nyata (P<0,05) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C₀. Rataan berat kering batang tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 5,50 g. Pada perlakuan D₁, D₂, D₃, D₄ dan D₅ masing-masing 15,45, 23,33, 27,27, 33,94 dan 35,45% (P>0,05) lebih rendah dibandingkan dengan D₀ (Tabel 3).

Terhadap Berat kering akar, hasil analisis statistika menunjukkan bahwa jenis air cucian beras berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap berat kering akar tanaman *Indigofera zollingeriana*, sedangkan dosis air cucian beras berpengaruh tidak nyata (P>0,05). Rataan berat kering akar tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan C₀ adalah 4,36 g. Pada perlakuan C₁ 46,73% nyata (P<0,05) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C₀. Rataan berat kering akar tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 4,72 g. Pada perlakuan D₁, D₂, D₃, D₄ dan D₅ masing-masing 25,80, 14,49, 31,80, 34,63 dan 40,64% (P>0,05) lebih rendah dari D₀ (Tabel 3.2).

Berat kering total hijauan, menunjukkan bahwa jenis air cucian beras berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap berat kering total hijauan tanaman *Indigofera zollingeriana*, sedangkan dosis air cucian beras berpengaruh tidak nyata (P>0,05). Rataan berat kering total hijauan tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan C₀ adalah 13,36 g. Pada perlakuan C₁ 34,43% nyata (P<0,05) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C₀. Rataan berat kering total hijauan tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 13,85 g. Pada perlakuan D₁, D₂, D₃, D₄ dan D₅ masing-masing 13,48, 12,52, 24,91, 31,89 dan 38,03% (P>0,05) lebih rendah dari D₀ (Tabel 3.2).

Terhadap luas daun per pot menunjukkan bahwa secara nyata terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras terhadap luas daun per pot tanaman *Indigofera zollingeriana*. Jenis dan dosis air cucian beras berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap luas daun per pot tanaman *Indigofera zollingeriana*. Rataan luas daun per pot tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan C₀ adalah 3.308,55 cm². Pada perlakuan C₁ 34,74% nyata (P<0,05) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C₀.

Rataan luas daun per pot tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 3.529,24 cm². Pada perlakuan D₁ dan D₂ masing-masing 17,02 dan 14,59% (P>0,05) lebih rendah dari perlakuan D₀, sedangkan perlakuan D₃, D₄ dan D₅ masing-masing 26,17, 34,67 dan 42,77% nyata (P<0,05) lebih rendah dibandingkan dengan D₀ (Tabel 4).

Hasil analisis statistika, nisbah berat kering daun dengan berat kering batang tanaman *Indigofera zollingeriana* tidak dipengaruhi (P>0,05) oleh jenis dan dosis air cucian beras. Rataan nisbah berat kering daun dengan berat kering batang tanaman *Indigofera zollingeriana*

yang diberi perlakuan C₀ adalah 1,76. Pada perlakuan C₁ 7,11% (P>0,05) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C₀. Rataan nisbah berat kering daun dengan berat kering batang tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 1,60. Pada perlakuan D₁, D₂, D₃ dan D₄ masing-masing 1,08, 18,12, 15,23 dan 3,11% (P>0,05) lebih tinggi dari D₀, sedangkan perlakuan D₅ 1,67% (P>0,05) lebih rendah dibandingkan dengan D₀ (Tabel 4).

Tabel 4. Karakteristik tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi beberapa jenis dan dosis air cucian beras

Variabel	Jenis ¹⁾ air cucian beras	Dosis air cucian beras ²⁾						Rataan	SEM ³⁾
		D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅		
Luas daun per pot (cm ²)	C ₀	3.303,55 ^{ab}	3.302,53 ^{ab}	3.380,31 ^{ab}	3.536,86 ^{ab}	3.251,30 ^{ab}	3.076,76 ^{ab}	3.308,55 ^{X4}	142,05
	C ₁	3.754,93 ^a	2.554,30 ^{abc}	2.648,11 ^{abc}	1.674,53 ^{cd}	1.360,34 ^d	962,95 ^d	2.159,19 ^Y	
	Rataan	3.529,24 ^A	2.928,41 ^{AB}	3.041,21 ^{AB}	2.605,70 ^{BC}	2.305,82 ^{BC}	2.019,85 ^C	246,04	
Nisbah BK daun/ BK batang	C ₀	1,68	1,63	2,02	2,00	1,63	1,58	1,76 ^X	0,10
	C ₁	1,52	1,60	1,75	1,69	1,67	1,57	1,63 ^X	
	Rataan	1,60 ^A	1,62 ^A	1,89 ^A	1,84 ^A	1,65 ^A	1,57 ^A	0,17	
Nisbah BK total hijauan/ BK akar	C ₀	2,99	3,25	2,76	3,49	3,20	3,19	3,15 ^X	0,15
	C ₁	3,03	3,66	3,75	3,39	2,99	2,90	3,28 ^X	
	Rataan	3,01 ^{A4}	3,46 ^A	3,25 ^A	3,44 ^A	3,09 ^A	3,04 ^A	0,26	

Keterangan:

¹⁾ C₀: air cucian beras segar dan C₁: air cucian beras fermentasi

²⁾ D₀: tanpa air cucian beras, D₁: 50 kg N/ha, D₂: 100 kg N/ha, D₃: 150 kg N/ha, D₄: 200 kg N/ha, D₅: 250 kg N/ha

³⁾ SEM = *Standar Error of the treatment Means*

⁴⁾ Nilai dengan huruf kapital yang berbeda pada baris dan nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05), sedangkan nilai dengan huruf kapital yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05)

Nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar tanaman *Indigofera zollingeriana* tidak dipengaruhi (P>0,05) oleh jenis dan dosis air cucian beras. Rataan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi perlakuan C₀ adalah 3,15. Pada perlakuan C₁ 4,36% (P>0,05) lebih tinggi dibandingkan perlakuan C₀. Rataan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar tanaman yang diberi perlakuan D₀ adalah 3,01. Pada perlakuan D₁, D₂, D₃, D₄ dan D₅ masing-masing 14,79, 8,08, 14,29, 2,70 dan 1,02% (P>0,05) lebih tinggi dibandingkan dengan D₀ (Tabel 4).

Peningkatan dosis air cucian beras cenderung menurunkan berat kering daun dan penurunan terjadi secara nyata pada dosis D₄ dan D₅. Pada variabel berat kering batang, berat kering akar dan berat kering total hijauan juga terjadi penurunan tetapi tidak nyata secara statistik. Hal ini karena peningkatan dosis menyebabkan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang menurun sehingga berdampak pada produksinya. Semakin tinggi tanaman dan banyak jumlah cabang, semakin banyak daun dan lebar luas daun membuat tanaman lebih banyak menyerap unsur hara dan sinar matahari, dengan demikian proses fotosintesis akan berjalan lebih baik sehingga karbohidrat dan protein yang dihasilkan akan lebih banyak dan akan disebarkan ke seluruh bagian tanaman sehingga berat kering hijauan akan meningkat (Poerwowidodo, 1992) dan (Sutedjo, 2002). Disamping itu, disebabkan juga oleh adanya pemberian pupuk dasar pada saat penyiapan media, hal ini memungkinkan mikroba yang sudah ada pada tanah dan mikroba pada pupuk dasar sudah berkembang dan dapat membantu penyediaan unsur hara yang berguna bagi tanaman.

Pada luas daun, peningkatan dosis cenderung memberikan hasil yang menurun. Hal ini terlihat pada jumlah daun yang cenderung rendah pada saat dosis ditingkatkan (Tabel 2). Daun sebagai penerima cahaya dan tempat fotosintesis, semakin luas permukaan daun maka cahaya yang didapat semakin banyak sehingga membantu proses fotosintesis berjalan optimal. Nilai luas daun mencerminkan tingkat potensi permukaan yang difungsikan untuk proses fotosintesis. Makin luas permukaan daun, makin tinggi potensi penghasil fotosintat (Sari, 2008). Peningkatan dosis air cucian beras pada dosis D₂ memberikan hasil tertinggi dibandingkan dosis lainnya tetapi tidak nyata secara statistik (Tabel 3) terhadap variabel nisbah berat kering daun dengan berat kering batang. Hal ini karena pada dosis D₂ peningkatan berat kering daun lebih tinggi daripada peningkatan berat kering batangnya (Tabel 3.2). Nisbah berat kering daun dengan berat kering batang menunjukkan perbandingan antara jumlah proporsi daun dengan proporsi batang. Banyaknya jumlah daun artinya mengandung protein dan lemak yang tinggi sehingga menghasilkan kualitas hijauan yang baik. Menurut Tillman *et al.* (1991) bahwa daun mengandung lebih banyak protein dan lemak dibandingkan batang secara tidak langsung mencerminkan kualitas total hijauan. Pada nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar yang diberi dosis D₁ lebih tinggi dibandingkan dosis D₀ dan tidak nyata secara statistik (Tabel 3). Hal ini didukung oleh jumlah bintil akar yang tinggi. Pada bintil akar terdapat nodul untuk menfiksasi N sehingga tanaman mendapatkan unsur hara yang cukup. Disamping itu, berat kering total hijauan yang lebih tinggi dan berat kering akar yang lebih rendah menghasilkan nisbah berat kering total

hijauan dengan berat kering akar yang meningkat. Hal ini dikarenakan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar diperoleh melalui pembagian antara berat kering total hijauan dengan berat kering akar. Semakin tinggi berat kering total hijauan dengan berat kering akar yang rendah maka nilai *top root ratio* yang dihasilkan tinggi dan menunjukkan produksi total hijauan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa produktivitas tanaman *Indigofera zollingeriana* yang diberi air cucian beras segar lebih baik dibandingkan air cucian beras fermentasi. Peningkatan dosis air cucian beras menurunkan produktivitas tanaman *Indigofera zollingeriana*. Pada dosis D₀ memberikan hasil yang terbaik kecuali pada jumlah bintil akar, nisbah berat kering daun dengan berat kering batang dan nisbah berat kering total hijauan dengan berat kering akar. Terjadi interaksi antara jenis dan dosis air cucian beras terhadap variabel tinggi tanaman, berat kering daun dan luas daun per pot.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Udayana Prof. Dr. dr. A. A. Raka Sudewi, Sp.S (K), Dekan Fakultas Peternakan Universitas Udayana Dr. Ir. I Nyoman Tirta Ariana, M.S atas pelayanan administrasi dan fasilitas pendidikan yang diberikan kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L., N. R. Kumalasari, Nahrowi dan Suharlina. 2010. Pengembangan Produk Hay, Tepung dan Pelet Daun *Indigofera sp.* sebagai Alternatif Sumber Protein Murah Pakan Kambing Perah. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan IPB.
- Abidin Z, Sumarna A, Subhan, Veggel KV. 1990. Pengaruh cara penanaman, jumlah bibit, dan aplikasi nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung darat pada tanah latosol. Penelitian Hortikultura, 19(3):14-26.
- Azmul, Yusran, Irmasari. (2016). Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah). Warta Rimba Volume 4, Nomor 2 pp. 24-31.
- Gomez, K. A dan Gomez, A. A. 1995. Prosedur statistik untuk penelitian edisi kedua. Jakarta: UI-Pres, hal: 13-16.
- Hassen, A. N. F. G. Rethman, V. Niekerk and T. J. Tjelele. 2007. Influence of season/year and species on chemical composition and in vitro digestibility of five *Indigofera* accessions. J. Anim. Feed Sci. Technol, 136:312-322.

- Husma, M. 2010. Pengaruh Bahan Organik dan Pupuk Kalium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon (*Curcumis melo L.*). Tesis Program Studi Agronomi Universitas Haluoleo.
- Mansyur, S. 2008. Pengaruh Inokulasi Rhizobium Terhadap Pembentukan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hipogea*) Ditanam Hutan Raya Propinsi Bengkulu. Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi - LIPI.
- Mansyurdin. 1991. Perkembangan Bintil Akar Pada Tanaman *Leguminoceae* yang Berasosiasi dengan Rhizobium. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition in higher plants. Academic Press, New York., 748 P.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Penerbit Angkasa, Bandung.
- Rahman Hairuddin. 2015. Efektivitas Pupuk Organik Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*). Jurnal Perbal. Universitas Cokroaminoto Palopo, Volume 3 no. 3 Oktober 2015.
- Reksohadiprojo. 1985. Produksi Hijauan Ternak. *BPFE*. Universitas Gadjah Mada.
- Sari, F.C.W. 2008. Analisis Pertumbuhan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) dan Tanaman Nanas (*Ananas comosus L.*) dalam Sistem Tumpangsari. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Steel and Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika. Gramedia. Jakarta.
- Suastika, I. G. L. 2012. Pertumbuhan dan Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dan Rumput Setaria (*Setaria splendida Stapf.*) yang Dipupuk dengan Biourine. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *J. Tek. Ling* 10 (3)
- Susetyo, S. Kismono, dan B. Soewandi. 1969. Hijauan Makanan Ternak. Direktorat Jendral Peternakan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sutedjo, R. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Taufika, Rafi. 2011. Pengujian Beberapa Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus carota L.*). Vol 1. Agustus.
- Tillman, A.D., Hartadi, H. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo, S. dan Lebdoesoekojo, S. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wardiah, Linda dan Hafnati Rahmatan. 2014. Potensi Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica rapa L.*). Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Unsyiah Banda Aceh.
- Wulandari, C., S. Muhartini dan S. Trisnowati. 2011. Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa L.*). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Yulipriyanto, H. 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Graha Ilmu. Yogyakarta.