

**PENURUNAN TOTAL TANIN SILASE SEMAK BUNGA PUTIH (*Chromolaena odorata*)
DENGAN ADITIF TEPUNG PUTAK (*Coryphaelata robx*) DAN ISI RUMEN SAPI**

**DECREASING OF TOTAL TANNINS FROM *Chromolaena odorata* SILAGE WITH THE
ADDITIVES OF PUTAK MEAL AND RUMEN CONTENT**

Muhammad Ridla^{1*}, Yelly Magdalena Mullik², Iwan Prihantoro¹, dan Marthen Luther Mullik²

¹Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

²Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, 85001

Submitted: 2 September 2016, Accepted: 4 October 2016

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan zat aditif berupa tepung *putak* (sebagai sumber karbohidrat) dan isi rumen (sebagai sumber enzim) dalam pembuatan silase *C. odorata* terhadap kandungan total tanin dan kandungan nutrisi silase *C. odorata*. Perlakuan yang digunakan terdiri atas 4 macam, yaitu: CO (*C. odorata*), COP (*C. odorata* + tepung *putak* 10%), COPR5 (*C. odorata* + tepung *putak* 10% + isi rumen 5%), dan COPR10 (*C. odorata* + tepung *putak* 10% + isi rumen 10%). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 4 x 2. Faktor pertama adalah perlakuan (CO, COP, COPR4, COPR10) dan faktor kedua adalah waktu fermentasi silase (0 hari dan 21 hari). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Peubah yang diukur adalah kandungan konsentrasi total tanin dan kandungan nutrisi. Hasil penelitian menunjukkan penurunan total tanin 15,50% pada silase dengan penambahan aditif (tepung *putak* 10% dan isi rumen 10%). Kandungan nutrisi (BO dan PK) meningkat masing-masing 3,45% dan 41,81% serta terjadi penurunan serat kasar 3% bila dibandingkan silase tanpa aditif. Waktu fermentasi silase *C.odorata* selama 21 hari menghasilkan kualitas silase terbaik dibanding waktu fermentasi 0 hari.

(Kata kunci: *Chromolaena odorata*, Isi rumen, Nutrien, Silase, Tanin, Tepung *putak*)

ABSTRACT

This study was aimed to assess the effect of the addition of *putak* meal (as a source of carbohydrates) and rumen content (as a source of enzymes) in the making of *C. odorata* silage to the total content of tannins and nutrient content of *C. odorata* silage. The treatments were: CO (*C. odorata*), COP (*C. odorata* + 10% of *putak* meal), COPR5 (*C. odorata* + 10% of *putak* meal + 5% of rumen content), and COPR10 (*C. odorata* + 10% of *putak* meal + 10% of rumen content). The experimental design used was Completely Randomized Design, with 4 x 2 factorial patterns. The first factor was the treatment (CO, COP, COPR4, COPR10) and the second factor is the silage fermentation time (0 days and 21 days). Each treatment was replicated 4 times. The variables measured were concentration of total tannin content and nutrient content. The results showed that the addition of (10% of *putak* meal and 10% of rumen content) decrease total tannins of the silage by 15.50%. The nutrient content (OM and OP) increased by 3.45% and 41.81% respectively as well as a decline in crude fiber 3% when compared to the silage without additives. Fermentation time of *C. odorata* silage for 21 days produced the best quality silage fermentation time compared to 0 days.

(Key words: *Chromolaena odorata*, Nutrient, *Putak* meal, Rumen content, Silage, Tannins)

Pendahuluan

Chromolaena odorata merupakan jenis semak perdu berkayu tahunan yang dianggap sebagai salah satu jenis gulma yang paling invasif di dunia karena mendominasi padang penggembalaan, bersifat alelopati serta

bersifat allergen/toxic bagi manusia dan ternak (Hawaii Department of Agriculture, 2016). *C. odorata* memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder antara lain tanin, alkaloid, phlobatanin, steroid, terpenoid, dan flavonoid (Akinmoladun *et al.*, 2010). Kandungan protein kasar *C. odorata* 17,54% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan,

* Korespondensi (corresponding author):
Telp. +62 85213794121, E-mail: hmridla@yahoo.com

namun terkendala oleh keberadaan senyawa metabolit yang menyebabkan palatabilitas *C. odorata* rendah (Hai et al., 2012).

Pengolahan silase merupakan metode terbaik untuk menurunkan kandungan total tanin *C. odorata*. Mulik et al. (2016) melaporkan bahwa metode pengolahan silase tanpa aditif mampu menurunkan 62% kandungan total tanin *C. odorata*. Penambahan aditif baik sumber karbohidrat maupun enzim sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas silase. Hal ini dikarenakan *C. odorata* memiliki kandungan protein yang sangat tinggi (17,54%), cenderung meningkatkan pH sehingga aktivitas bakteri asam laktat terhambat.

Putak merupakan salah satu bahan sumber karbohidrat lokal yang sudah umum dikenal masyarakat di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. *Putak* diperoleh dari bagian tengah (isi) batang pohon gewang (*Coryphaelata robx*) (Hilakore et al., 2013). Tepung *putak* mengandung bahan organik 95,17%, protein kasar 9,79%, serat kasar 5,39%, lemak kasar 0,84%, dan BETN 79,15%. Tepung *putak* dapat dimanfaatkan sebagai bahan sumber karbohidrat yang mudah dan murah diperoleh untuk digunakan dalam proses ensilase.

Isi rumen sapi merupakan salah satu limbah rumah potong hewan yang belum termanfaatkan, namun dapat digunakan sebagai sumber enzim pengganti enzim komersial dalam proses ensilase karena mengandung enzim selulase, xilanase, mananase, dan amylase (Budiansyah et al., 2010).

Penambahan aditif *putak* dan isi rumen bertujuan untuk mencukupi kebutuhan karbohidrat mudah larut, menstimulasi serta memaksimalkan kerja bakteri selama ensilase berlangsung. Kajian mengenai penambahan *putak* dan isi rumen sapi dalam proses pembuatan silase *C. odorata* belum dilakukan sehingga penelitian ini berupaya untuk mengkaji pengaruh level *putak* dan isi rumen terhadap kandungan tanin dan kandungan nutrisi silase *C. odorata* dalam waktu pemeraman yang berbeda.

Materi dan Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pembuatan silase dan tahap analisis kimia. Tahap persiapan dan pembuatan silase

dilaksanakan di Kupang-Nusa Tenggara Timur (NTT) dari bulan Maret-Mei 2015 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana. Analisis kimia dilaksanakan bulan Juni-Desember 2015. Evaluasi tanin dan komposisi proksimat dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanaman *C. odorata* yang dipanen bulan Maret 2015 di padang penggembalaan yang ada di Nasipanaf, Desa Baumata Timur, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur (NTT) dan tepung *putak*. Isi rumen sapi diperoleh dari rumah potong hewan Kotamadya Kupang, NTT. Isi rumen diperoleh dari rumen sapi bali yang diberi pakan jerami padi selama di rumah potong hewan. Alat yang digunakan meliputi silo dari botol plastik kapasitas 1 liter serta alat lainnya untuk analisis kandungan total tanin dan kandungan nutrisi silase *C. odorata*.

Metode

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap: tahap pertama persiapan bahan, tahap kedua pembuatan silase dan tahap ketiga analisis sampel.

Persiapan bahan. Pada tahap ini tepung *putak* disiapkan dengan cara batang pohon gewang (*Coryphaelata robx*) yang telah dipotong, diambil, dikeluarkan kulitnya, dicacah sekecil mungkin, dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Setelah kering, cacahan *putak* tersebut dibuat tepung.

Pembuatan silase. Setelah dipanen, daun tanaman *C. odorata* dipisahkan dari batangnya. Daun ini kemudian dicacah dan dilayukan dengan tujuan menurunkan kadar air sehingga siap untuk dibuat silase. Silase dibuat dengan mencampur daun *C. odorata* dengan bahan berupa *putak* 10% dari berat *C. odorata* dan isi rumen sapi segar masing-masing 5% dan 10%. Setelah dicampur, bahan tersebut dimasukan dalam wadah toples 1 liter, dipadatkan, ditutup rapat sehingga tidak ada udara yang masuk. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 21 hari. Sebagai pembandingan, daun *C. odorata* dicampur dengan *putak* dan isi rumen segar seperti di atas tetapi tidak dilanjutkan proses fermentasi. Pemanenan silase

dilakukan setelah 21 hari inkubasi. Setelah itu silase dikeringkan, digiling untuk analisis selanjutnya.

Penelitian pembuatan silase ini menggunakan 4 perlakuan penambahan aditif, yaitu CO (daun *C. odorata*), COP (daun *C. odorata* + tepung *putak* 10%), COPR5 (daun *C. odorata* + tepung *putak* 10% + isi rumen sapi 5%), dan COPR10 (daun *C. odorata* + tepung *putak* 10% + isi rumen sapi 10%) dan lama pemeraman 0 hari dan 21 hari. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial berkonfigurasi 4 x 2, dengan 4 kali ulangan. Faktor yang diamati yaitu faktor penambahan aditif (CO, COP, COPR5, COPR10) dan faktor fermentasi silase (0 hari, 21 hari).

Analisis sampel. Analisis sampel meliputi analisis total tanin dan kandungan nutrisi silase *C. odorata*. Analisis total tanin menggunakan metode titrimetric (Atanassova dan Christova-Bagdassarian, 2009). Pengukuran nutrisi bahan meliputi: kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), lemak kasar (LK), dan serat kasar (SK) silase *C. odorata* menggunakan metode AOAC (2005).

Analisis data

Data dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati, bila terdapat perbedaan pada peubah dilakukan uji lanjut Duncan ($P < 0,05$). Proses analisis data menggunakan SPSS versi 16.0.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan total tanin silase *C. odorata*

Kandungan total tanin silase *C. odorata* ditampilkan pada Tabel 1. Analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan aditif dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan kandungan tanin silase *C. odorata*, namun tidak terdapat interaksi antar kedua faktor tersebut.

Penambahan aditif *putak* 10% dan isi rumen sapi 10% menurunkan total tanin 20,77%, sedangkan penambahan *putak* 10% dan isi rumen sapi 5% menurunkan total tanin 12,16%. Penurunan total tanin oleh kedua perlakuan tersebut lebih disebabkan oleh level isi rumen. Sebab silase dengan hanya menambahkan *putak* 10%, penurunan total tanin hanya 3,69% saja. Enzim yang terdapat dalam isi rumen antara lain selulase dan

amilase yang berkontribusi untuk memecah ikatan tanin-pati dan tanin-selulosa sehingga tanin terlepas sebagai tanin bebas. Tanin tidak hanya mengikat protein namun juga mengikat pati, selulosa, pektin serta alkaloid (Zucker, 1992). *Putak* dalam proses ensilase hanya berperan sebagai sumber makanan bagi mikroba sehingga tidak berkontribusi langsung terhadap penurunan tanin.

Waktu fermentasi 21 hari merupakan perlakuan yang tertinggi dalam menurunkan kandungan total tanin silase *C. odorata* bila dibanding dengan waktu fermentasi 0 hari. Hal ini dikarenakan selama proses ensilase, enzim selulase dan amilase dari isi rumen bekerja merusak ikatan tanin-enzim, tanin-protein, tanin-pati serta tanin-selulosa, sedangkan 0 hari aktivitas enzim ini belum bekerja. Selain itu, kemungkinan enzim-enzim tersebut menghidrolisis lebih lanjut sebagian tanin, terutama yang larut menjadi senyawa lain selama proses fermentasi anaerobik berlangsung.

Kandungan nutrisi silase *C. odorata*

Komposisi nutrisi *C. odorata* sebelum dan sesudah ensilase ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan penambahan aditif berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan BK silase *C. odorata*. Waktu fermentasi berpengaruh tidak signifikan terhadap kandungan BK serta tidak terdapat interaksi antara perlakuan penambahan aditif dan waktu fermentasi. Penurunan BK tertinggi terdapat pada perlakuan COP sebesar 9,98%, diikuti perlakuan COPR10 dan COPR5 (10,37%) dibanding kontrol (12,26%). Penambahan tepung *putak* dalam pembuatan silase *C. odorata* menurunkan kandungan bahan kering. Hal ini dikarenakan aktivitas BAL dalam memfermentasi glukosa menjadi asam laktat selama ensilase sehingga terjadi kehilangan BK (McDonald *et al.*, 1984).

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan aditif berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan BO silase *C. odorata*. Waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kandungan BO serta tidak terdapat interaksi antara perlakuan PA dan waktu fermentasi. Kandungan BO tertinggi terdapat pada perlakuan COPR10 yaitu sebesar 88,99%, COPR5 (88,64%), COP (88,52%), dan kontrol (86,02%). Penambahan *putak* dan isi rumen meningkatkan kandungan BO silase karena

Tabel 1. Kandungan total tanin silase *C. odorata* (the content of total tannin from *C. odorata* silage)

Peubah (variables)	Hari (days)	Penambahan aditif (additive)				Rerata (average)
		CO	COP	COPR5	COPR10	
Tannin (%) (tannin (%))	0	8,63±0,32	8,11±0,14	7,97±0,30	7,46±0,09	8,04±0,48 ^a
	21	7,66±0,75	7,57±0,76	6,33±0,49	6,03±0,41	6,90±0,93 ^b
	Rerata (average)	8,14±0,75 ^b	7,84±0,58 ^b	7,15±0,95 ^a	6,74±0,81 ^a	7,47±0,93

CO= *C. odorata*; COP= *C. odorata* + *putak* 10% (*C. odorata* + *putak meal* 10%); COPR5= *C. odorata* + *putak* 10% + isi rumen 5% (*C. odorata* + *putak meal* 10% + *rumen content* 5%); COPR10= *C. odorata* + *putak* 10% + isi rumen 10% (*C. odorata* + *putak meal* 10% + *rumen content* 10%).

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan) (different superscripts at the same column / row show significantly different at the 5% test level (Duncan multiple test interval)).

Tabel 2. Komposisi nutrisi *C. odorata* sebelum dan sesudah ensilase (%) (nutrient composition of *C. odorata* before and after ensilage (%))

Peubah (variables)	Hari (days)	Penambahan aditif (additive)				Rerata (average)
		CO	COP	COPR5	COPR10	
Bahan kering (dry matter)	0	12,75±0,20	10,10±0,16	10,47±0,17	10,50±0,20	10,96±1,10
	21	11,77±1,31	9,85±0,90	10,27±0,32	10,24±0,46	10,53±1,07
	Rerata (average)	12,26±1,01 ^b	9,98±0,61 ^a	10,37±0,26 ^a	10,37±0,36 ^a	10,74±1,09
Bahan organik (organic matter)	0	86,12±0,12	88,59±0,04	88,66±0,03	89,36±0,01	88,18±1,27 ^a
	21	85,93±0,69	88,45±0,36	88,63±0,08	88,61±0,10	87,90±1,23 ^b
	Rerata (average)	86,02±0,47 ^a	88,52±0,25 ^b	88,64±0,05 ^b	88,99±0,41 ^c	88,04±1,24
Protein kasar (crude protein)	0	13,78±0,77 ^a	14,40±1,69 ^{ab}	15,45±1,03 ^{bc}	21,61±1,24 ^e	16,31±3,41
	21	15,64±0,17 ^b	16,04±0,35 ^c	16,63±0,80 ^c	20,10±0,93 ^d	17,10±1,91
	Rerata (average)	14,71±1,12	15,22±1,43	16,04±1,06	20,86±1,30	16,71±2,75
Lemak kasar (eter extract)	0	7,73±0,29 ^e	5,31±0,33 ^d	5,04±0,65 ^{bcd}	4,25±0,30 ^{ab}	5,58±1,39
	21	5,15±0,23 ^{cd}	4,08±0,52 ^a	4,03±0,95 ^a	4,37±0,45 ^{abc}	4,41±0,71
	Rerata (average)	6,44±1,40	4,69±0,77	4,53±0,93	4,31±0,36	4,99±1,24
Serat kasar (crude fiber)	0	13,43±0,88 ^c	13,33±0,15 ^c	13,31±0,17 ^c	14,28±0,43 ^d	13,59±0,61
	21	9,95±0,32 ^b	8,98±0,47 ^a	8,44±0,73 ^a	8,30±0,38 ^a	8,92±0,80
	Rerata (average)	11,69±1,96	11,16±2,35	10,88±2,65	11,30±3,22	11,25±2,48

CO= *C. odorata*; COP= *C. odorata* + *putak* 10% (*C. odorata* + *putak meal* 10%); COPR5= *C. odorata* + *putak* 10% + isi rumen 5% (*C. odorata* + *putak meal* 10% + *rumen content* 5%); COPR10= *C. odorata* + *putak* 10% + isi rumen 10% (*C. odorata* + *putak meal* 10% + *rumen content* 10%).

^{a,b,c,d,e} Superskrip yang berbeda pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan) (different superscripts at the same column / row show significantly different at the 5% test level (Duncan multiple test interval)).

adanya sumbangan BO dari *putak* dan isi rumen. Waktu fermentasi 21 hari berpengaruh menurunkan kandungan BO silase. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi berlangsung terjadi penguraian bahan organik oleh bakteri untuk kelangsungan hidupnya. Walaupun terdapat penambahan sumber karbohidrat, namun diduga jumlah yang diberikan belum mencukupi kebutuhan bakteri selama ensilase sehingga terjadi penurunan kandungan BO silase.

Kandungan PK silase *C. odorata* ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan aditif berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan PK silase *C. odorata*. Waktu fermentasi berpengaruh nyata

terhadap kandungan PK serta terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan PA dan waktu fermentasi. Peningkatan PK terjadi pada perlakuan COPR10 sebelum ensilase karena adanya penambahan PK dari *putak* dan isi rumen. Namun, setelah fermentasi terjadi penurunan yang dikarenakan adanya penurunan kandungan N selama proses ensilase akibat meningkatnya proporsi senyawa N yang larut dalam *effluent* (Ginting et al., 2011). Interaksi terbaik antara penambahan aditif dan waktu fermentasi terdapat pada perlakuan COPR10 0 hari. Hal ini diduga sebagai akibat adanya penambahan rumen dan isi rumen serta belum terurainya kandungan N akibat proses fermentasi.

Penambahan aditif dan waktu fermentasi sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan kandungan LK serta terdapat interaksi antara penambahan aditif dan waktu fermentasi. Perlakuan dengan kandungan LK terendah terdapat pada perlakuan COPR5 21 hari. Hal ini diduga karena kandungan LK *putak* dan isi rumen rendah serta telah terpecahnya ikatan kompleks trigliserida menjadi ikatan yang lebih sederhana antara lain dalam bentuk asam lemak dan alkohol.

Analisis varians untuk kandungan SK silase *C. odorata* (Tabel 2) menunjukkan bahwa penambahan aditif secara nyata mempengaruhi SK silase, waktu fermentasi sangat nyata ($P < 0,01$) mempengaruhi SK serta terdapat interaksi antara penambahan aditif dan waktu fermentasi. Perlakuan COPR10 21 hari merupakan perlakuan dengan kandungan SK terendah. Hasil penelitian ini senada dengan yang dilaporkan oleh Hidayat (2009) bahwa fermentasi dapat menurunkan kandungan serat kasar kulit singkong dari 21,2% menjadi 14,96%. Penurunan kandungan serat kasar silase *C. odorata* dikarenakan enzim selulase dari isi rumen memecah serat *C. odorata* menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana.

Kesimpulan

Silase *C. odorata* dengan penambahan *putak* 10% dan isi rumen sapi hingga level 10% mampu menurunkan total tanin serta mampu mempertahankan kualitas nutrisi silase *C. odorata* bila dibandingkan dengan silase tanpa aditif *putak* dan isi rumen.

Daftar Pustaka

- Akinmoladun, A. C., E. M. Obuotor and E. O. Farombi. 2010. Evaluation of antioxidant and free radical scavenging capacities of some Nigerian indigenous medicinal plants. *J. Med. Food* 13: 444-451.
- Atanassova, M. and V. Christova-Bagdassarian. 2009. Short Communication: Determination of tannins content by titrimetric method for comparison of different plant species. *J. University Chem. Tech. Metallurgy*. 44: 413-415.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 17th edn. Assoc of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Budiansyah, A., Resmi, K. G. Wiryawan, M. T. Soehartono, Y. Widyastuti, dan N. Ramli. 2010. Isolasi dan karakterisasi enzim karbohidrase cairan rumen sapi asal Rumah Potong Hewan. *Media Peternakan* 33: 36-43.
- Ginting, S. P., A. Tarigan, dan R. Krisnan. 2011. Konsumsi fermentasi rumen dan metabolit darah kambing sedang tumbuh yang diberi silase *I. arrecta* dalam pakan komplit. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 17: 49-58.
- Hai, P. V., H. Everts, D. V. Tien, J. T. Schonewille and W. H. Hendriks. 2012. Feeding *Chromolaena odorata* during pregnancy to goat dams affects acceptance of this feedstuff by their offspring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 137: 30-35.
- Hawaii Department of Agriculture. 2016. *Chromolaena odorata*. http://manoa.hawaii.edu/hpicesu/DPW/chrodo_flier.pdf. Diakses pada 15 Maret 2016.
- Hidayat, C. 2009. Peluang penggunaan kulit singkong sebagai pakan unggas. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, 13-14 Agustus 2009, Bogor, pp. 655-665.
- Hilakore, M. A., Suryahadi, K. Wiryawan, dan D. Mangunwijaya. 2013. Peningkatan kadar protein *putak* melalui fermentasi oleh kapang *Trichoderma reesei*. *Jurnal Veteriner* 14: 250-254.
- McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1984. *Animal Nutrition*. 4th edn. English Language Book Society. Longman, London.
- Mulik, Y. M., M. Ridla, I. Prihantoro and M. L. Mullik. 2016. Anaerobic fermentation effectively reduces concentration of total tannins in Siam Weed (*Chromolaenan odorata*). *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 21: 19-21.
- Zucker, W. V. 1992. Tannins does structure determination an ecological perspective. *Amer. Naturalist* 121: 335-365.