

Pengaruh Rasio Campuran Silase *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* terhadap Kandungan Senyawa Antinutrisi: Asam Fitat, Tanin, dan Asam Oksalat

Effect of Tithonia diversifolia and Panicum maximum silage ratio on the content of antinutritional compounds: Phytic Acid, Tannins, and Oxalic Acid

Dwi Ananta¹, Fadilla Meidita¹, Nadia Rahma¹, Nurazizah Ramadhanti², Yudha Endra Pratama³

¹ Teknologi Produksi Ternak, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Lima Puluh Kota.

* Corresponding author : dwiananta@politanipyk.ac.id

² Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
nramadhanti@unib.ac.id

³ Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang.
yudhaendra.pratama@gmail.com

Received : 19 Juli 2025
Accepted : 21 Agustus 2025
Published : 22 Agustus 2025

Abstrak : Ketersediaan hijauan segar sebagai pakan ruminansia bersifat musiman, sehingga diperlukan teknologi pengawetan seperti silase untuk menjamin kontinuitas pakan. *Tithonia diversifolia* memiliki kandungan nutrisi tinggi namun mengandung senyawa antinutrisi, sementara *Panicum maximum* dikenal rendah antinutrisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh rasio campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* terhadap kadar asam fitat, tanin, dan asam oksalat dalam silase setelah fermentasi selama 21 hari. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan rasio campuran (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0) dan tiga ulangan. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan proporsi *Tithonia diversifolia* secara signifikan meningkatkan kadar asam fitat ($P < 0,05$), dari 21,30 mg/100 g (100% *Panicum*) menjadi 52,00 mg/100 g (100% *Tithonia*). Kandungan tanin dan asam oksalat tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P > 0,05$), dengan nilai yang tetap rendah di seluruh rasio campuran. Dengan demikian, rasio campuran hijauan mempengaruhi kadar asam fitat namun tidak berpengaruh terhadap tanin dan oksalat. Silase campuran dengan proporsi *Tithonia* yang moderat dapat menjadi alternatif pakan hijauan bergizi tinggi dengan risiko antinutrisi yang masih dalam batas aman bagi ternak.

Kata Kunci : antinutrisi, *Panicum maximum*, silase, *Tithonia diversifolia*

Abstract : The availability of fresh forage as ruminant feed is seasonal, so preservation technology such as silage is needed to ensure feed continuity. *Tithonia diversifolia* has high nutritional content but contains antinutrient compounds, while *Panicum maximum* is known to be low in antinutrients. This study aimed to evaluate the effect of *Tithonia diversifolia* and *Panicum maximum* mixture ratio on phytic acid, tannin, and oxalic acid levels in silage after fermentation for 21 days. The study used a completely randomized design with five mixed ratio treatments (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0) and three replications. Results showed that increasing the proportion of *Tithonia diversifolia* significantly increased phytic acid content ($P < 0.05$), from 21.30 mg/100 g (100% *Panicum*) to 52.00 mg/100 g (100% *Tithonia*). Tannin and oxalic acid contents were not significantly different between treatments ($P > 0.05$), with values remaining low across the mix ratios. Thus, forage mix ratio affected phytic acid content but not tannin and oxalic acid. Silage mixtures with a moderate proportion of *Tithonia* can be an alternative to highly nutritious forage feed with antinutrient risks that are still within safe limits for livestock.

Keywords : antinutrients, *Panicum maximum*, silage, *Tithonia diversifolia*

1. Pendahuluan

Pakan hijauan merupakan komponen utama dalam sistem produksi ternak ruminansia karena menyediakan serat kasar dan sumber energi yang penting dalam pencernaan rumen [1]. Namun, ketersediaan hijauan segar bersifat musiman dan sering tidak mencukupi secara kuantitas maupun kualitas sepanjang tahun, terutama pada musim kemarau. Salah satu solusi untuk menjamin kontinuitas dan kualitas pakan hijauan adalah dengan menerapkan teknologi pengawetan melalui pembuatan silase.

Silase merupakan produk fermentasi hijauan segar secara anaerob yang bertujuan untuk mengawetkan bahan pakan dengan mempertahankan nilai gizinya. Proses ini berlangsung melalui aktivitas mikroorganisme fermentatif, terutama bakteri asam laktat, yang mengubah gula menjadi asam laktat, sehingga menurunkan pH silase dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk [2]. Selain mempertahankan kandungan nutrisi, proses fermentasi juga diketahui mampu menurunkan kadar senyawa antinutrisi yang terdapat pada hijauan tertentu [3].

Senyawa antinutrisi merupakan metabolit sekunder tanaman yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi oleh ternak [4]. Beberapa antinutrisi yang umum ditemukan dalam tanaman tropis meliputi asam fitat, tannin, dan asam oksalat. Asam fitat diketahui memiliki afinitas tinggi terhadap mineral seperti Ca, Fe, dan Zn, membentuk kompleks yang tidak larut dalam saluran cerna [5]. Tannin dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein dan enzim pencernaan, sehingga mengurangi pencernaan [6], sedangkan asam oksalat mampu mengikat kalsium membentuk kristal kalsium oksalat yang berisiko mengganggu metabolisme mineral dan menyebabkan gangguan kesehatan pada ternak [7].

Salah satu hijauan yang kaya nutrisi namun memiliki potensi antinutrisi adalah *Tithonia diversifolia* (paitan Meksiko). Tanaman ini memiliki kadar protein dan mineral yang tinggi serta potensi produksi biomassa yang besar. Namun, kandungan antinutrisi seperti asam fitat dan oksalat menjadi faktor pembatas penggunaannya dalam formulasi pakan. Sebaliknya, *Panicum maximum* merupakan rumput tropis yang umum digunakan peternak karena produksinya tinggi dan kadar antinutrisinya relatif rendah.

Kombinasi antara *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* dalam formulasi silase berpotensi menghasilkan pakan hijauan fermentasi dengan kualitas nutrisi yang seimbang. Selain itu, penambahan molases sebagai sumber energi fermentatif dalam pembuatan silase dapat merangsang aktivitas mikroba fermentatif, mempercepat proses ensilase, dan memperbesar

peluang degradasi senyawa antinutrisi selama fermentasi [8]. Beberapa studi menyebutkan bahwa proses silase mampu menurunkan kadar antinutrisi secara signifikan, tergantung pada jenis hijauan, aditif, dan lama fermentasi [9].

Namun demikian, informasi terkait pengaruh rasio campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* terhadap dinamika kandungan senyawa antinutrisi dalam silase, khususnya asam fitat, tanin, dan asam oksalat, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai rasio campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum*, dengan penambahan molases, terhadap kandungan senyawa antinutrisi dalam silase yang difermentasi selama 21 hari.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap strategi formulasi pakan berbasis hijauan lokal dengan pendekatan fermentasi, serta memperkuat dasar ilmiah dalam pemanfaatan *Tithonia diversifolia* sebagai bahan pakan alternatif yang aman dan berkualitas tinggi.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi Penelitian

Daun segar *Tithonia diversifolia* dan rumput *Panicum maximum* digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan silase, dengan penambahan molases sebagai bahan aditif. Alat-alat yang digunakan antara lain timbangan analitik, pisau pencacah hijauan, kantong plastik sebagai silo, pH meter digital, spektrofotometer UV-Vis (panjang gelombang 500 dan 725 nm), vortex mixer, inkubator, water bath, hot plate, sentrifuge (opsional), pipet volumetrik, buret, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas beaker, dan kertas saring Whatman No. 42. Reagen untuk analisis asam fitat meliputi HCl 0,2 N, reagen Wade (campuran 0,03% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 0,3% asam sulfosalisilat), aquades, dan standar sodium phytate. Analisis tanin menggunakan metanol 70%, reagen Folin-Ciocalteu 10%, larutan Na_2CO_3 7,5%, aquades, dan standar asam tanat. Analisis oksalat dilakukan dengan HCl 2 N, H_2SO_4 4 N, KMnO_4 0,05 N, serta aquades panas. Semua bahan kimia yang digunakan merupakan grade pro analysis (p.a.) dan diperoleh dari distributor resmi.

2.2. Prosedur Penelitian

Proses ensilase dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Pertama, daun segar *Tithonia diversifolia* dan rumput *Panicum maximum* dipanen pada fase pertumbuhan vegetatif. Hijauan tersebut kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah hingga ukuran potongan berkisar antara 3 hingga 5 cm. Selanjutnya, campuran hijauan ditimbang sesuai perlakuan berdasarkan rasio campuran *Tithonia* dan *Panicum* (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0), dengan berat total masing-masing unit perlakuan sebanyak 5

kg. Campuran hijauan disusun di atas alas berupa terpal plastik dengan ketebalan sebaran ± 5 cm untuk memudahkan proses pencampuran dan penambahan aditif.

Molases ditimbang sebesar 4% dari bobot segar hijauan setara dengan 200 g untuk 5 kg hijauan [8] kemudian dilarutkan dengan air bersih dalam rasio 1:1. Larutan molases ini disemprotkan secara merata ke permukaan campuran hijauan menggunakan sprayer [10]. Setelah itu, bahan diaduk secara manual hingga tercampur merata dan seluruh permukaan hijauan terlapisi larutan molases.

Proses fermentasi dilakukan dalam wadah kedap udara berupa tong plastik atau kantong plastik berkapasitas 5–6 kg yang berfungsi sebagai silo. Campuran hijauan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam silo sambil dipadatkan secara bertahap menggunakan alat penekan atau tangan untuk mengurangi ruang udara dan menciptakan kondisi anaerob. Setelah silo terisi penuh, bagian atas ditutup rapat dengan plastik dan diikat kuat, lalu diberi pemberat atau tutup tambahan yang kedap udara untuk mencegah masuknya oksigen selama fermentasi.

Silase difermentasi selama 21 hari pada suhu ruang dan disimpan di tempat yang teduh untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembapan selama proses fermentasi berlangsung [11]. Setelah masa fermentasi selesai, silo dibuka dan sampel silase diambil untuk keperluan analisis laboratorium, yang selanjutnya dilanjutkan dengan pengujian parameter kandungan asam fitat, tanin, dan asam oksalat.

2.2.1. Metoda pengujian asam fitat

Pengujian asam fitat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh informasi kandungan dan keberadaan senyawa tersebut dalam silase. Metode kuantitatif dilakukan berdasarkan metode [12], menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 500 nm. Sebanyak 0,5 gram sampel bahan kering silase yang telah dihaluskan dan disaring (mesh 60) diekstraksi dengan 10 mL HCl 0,2 N, kemudian dikocok selama 30 menit menggunakan vortex mixer dan disaring dengan kertas saring Whatman No. 42. Filtrat sebanyak 1 mL dicampur dengan 3 mL reagen Wade (campuran $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,03% dan asam sulfosalisilat 0,3%), didiamkan selama 10 menit, lalu diukur absorbansinya pada 500 nm. Kurva standar dibuat menggunakan larutan sodium phytate dengan konsentrasi bertingkat (0–10 $\mu\text{g}/\text{mL}$) untuk menghitung kadar fitat dalam sampel. Kadar asam fitat dinyatakan dalam $\text{mg}/100\text{g}$ bahan kering dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Fitat (mg/100g BK)} = \left(\frac{C \times V \times 100}{V} \right)$$

Keterangan :

C = konsentrasi fitat (mg/mL).

V = volume ekstrak (mL).

W = berat sampel (g).

Metode kualitatif dilakukan menggunakan metode [13] untuk mengamati keberadaan asam fitat melalui perubahan warna menggunakan reagen Chen. Sampel silase dalam bentuk tepung ditambahkan 1 mL HCl 0,4 M, diaduk, dan disimpan dalam lemari pendingin bersuhu 4°C selama ± 8 jam, kemudian didiamkan pada suhu kamar. Sebanyak 100 μL larutan tersebut dicampur dengan 900 μL reagen Chen (1 mL H_2SO_4 6 M, 1 mL ammonium molibdat 2,5%, 1 mL asam askorbat 10%, dan 2 mL air suling), lalu didiamkan selama 1–2 jam. Perubahan warna diamati secara visual; jika larutan berubah menjadi biru tua, maka menunjukkan adanya kandungan asam fitat dalam sampel, sedangkan jika tidak terjadi perubahan warna berarti kandungan asam fitat relatif rendah atau tidak terdeteksi secara kualitatif.

2.2.2. Metoda pengujian tanin

Analisis kandungan tanin dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode [14] menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 725 nm. Sebanyak 0,5 gram sampel silase kering (diayak dengan saringan 60 mesh) diekstraksi menggunakan 10 mL metanol 70% dengan pengocokan selama 30 menit menggunakan vortex mixer atau shaker. Filtrat hasil ekstraksi kemudian dipisahkan melalui penyaringan atau sentrifugasi untuk memperoleh larutan jernih. Sebanyak 0,5 mL ekstrak ditambahkan dengan 2,5 mL reagen Folin-Ciocalteu 10%, didiamkan selama 5 menit, kemudian ditambah 2 mL larutan Na_2CO_3 7,5%. Campuran diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang dalam kondisi terlindung dari cahaya. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 725 nm. Kurva standar dibuat menggunakan larutan asam tanat dengan konsentrasi bertingkat (0, 10, 20, 40, 60, 80, hingga 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$) yang diperlakukan sama seperti sampel. Kadar tanin dalam sampel dihitung berdasarkan kurva kalibrasi dan dinyatakan dalam mg per 100 gram bahan kering dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Tanin (mg/100g BK)} = \left(\frac{C \times V \times 100}{V} \right)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi tanin dalam ekstrak (mg/mL),

V = volume total ekstrak (mL).

W = berat sampel (g).

2.2.3. Metoda pengujian asam oksalat

Analisis kandungan asam oksalat dalam silase dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode titrasi permanganometri sesuai prosedur AOAC yang telah disederhanakan [15]. Sebanyak 2 gram sampel silase kering (diayak dengan saringan 60 mesh) dimasukkan ke dalam gelas beaker 250 mL, kemudian

ditambahkan 190 mL aquades panas dan 10 mL HCl 2 N. Campuran tersebut dipanaskan (refluks) selama 1 jam sambil sesekali diaduk untuk memastikan ekstraksi sempurna. Setelah dingin, larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42 untuk memperoleh filtrat. Sebanyak 125 mL filtrat ditambahkan dengan 10 mL H₂SO₄ 4 N dan dipanaskan kembali hingga suhu 70–90°C (tanpa mendidih). Selanjutnya, dilakukan titrasi panas menggunakan larutan KMnO₄ 0,05 N hingga larutan menunjukkan warna merah muda yang stabil selama minimal 30 detik. Volume KMnO₄ yang digunakan dicatat dan digunakan untuk menghitung kadar oksalat dalam sampel. Kadar oksalat dinyatakan dalam mg per 100 gram bahan kering dengan rumus:

$$\text{Kadar Oksalat (mg/100g BK)} = \left(\frac{V \times N \times 45 \times 100}{W} \right)$$

Keterangan :

C = volume KMnO₄ (mL),

N = normalitas KMnO₄, 45 adalah bobot ekivalen asam oksalat

W = berat sampel (g).

2.3. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan berupa rasio campuran daun *Tithonia diversifolia* dan rumput *Panicum maximum*, yaitu T₀ (0:100), T₁ (25:75), T₂ (50:50), T₃ (75:25), dan T₄ (100:0). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 15 satuan percobaan. Pada seluruh perlakuan, molases ditambahkan sebanyak 4% dari bobot segar hijauan sebagai bahan aditif fermentasi.

Parameter yang diamati meliputi kadar asam fitat, tannin, dan asam oksalat setelah masa fermentasi selama 21 hari. Pendekatan kuantitatif dan kualitatif diterapkan pada analisis asam fitat, sedangkan analisis tannin dan asam oksalat terbatas pada pendekatan kuantitatif.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Jika hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar rata-rata perlakuan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25 atau program statistik lain yang sejenis.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis kandungan antinutrisi menunjukkan bahwa asam fitat, tanin, dan asam oksalat pada silase campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* mengalami variasi yang dipengaruhi oleh rasio campuran hijauan. Kandungan asam fitat meningkat secara nyata ($P < 0,05$) seiring bertambahnya proporsi *Tithonia diversifolia* dalam formulasi silase. Sebaliknya, kadar tanin dan asam oksalat tidak menunjukkan pola perubahan yang konsisten antar perlakuan serta secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Data lengkap mengenai kandungan antinutrisi untuk masing-masing perlakuan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan Antinutrisi (mg/100 g) Silase pada Berbagai Rasio Campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum*

Antinutrisi, mg/100 g	Perlakuan				
	T ₀ (0%:100%)	T ₁ (25%:75%)	T ₂ (50%:50%)	T ₃ (75%:25%)	T ₄ (100%:0%)
Asam fitat	21,30 ± 1,10 ^c	28,70 ± 1,30 ^{bc}	35,90 ± 1,60 ^{ab}	43,20 ± 1,00 ^a	52,00 ± 1,50 ^a
Tanin	0,15 ± 0,00	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,00	0,16 ± 0,00
Asam oksalat	0,28 ± 0,01	0,31 ± 0,00	0,28 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,29 ± 0,00

Keterangan: Nilai disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi (n = 3). Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT

3.1. Kandungan asam fitat (mg/100 g)

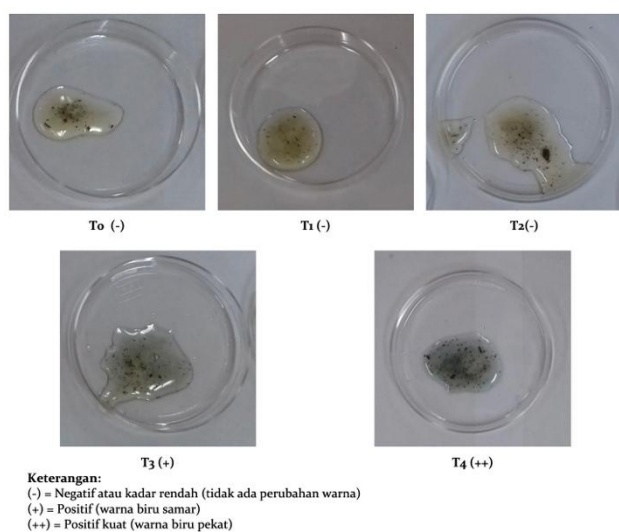
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam fitat dalam silase meningkat seiring bertambahnya proporsi *Tithonia diversifolia* dalam campuran hijauan. Perlakuan T₀ (100% *Panicum*) memiliki kadar asam fitat terendah, sedangkan T₄ (100% *Tithonia*) menunjukkan kadar tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa *Tithonia diversifolia* merupakan sumber utama senyawa asam fitat dalam campuran silase yang diuji. Temuan ini sejalan dengan laporan [9] yang mencatat bahwa kandungan fitin dalam *Tithonia diversifolia* segar mencapai 78,5 mg/100 g pada hari ke-0 fermentasi, dan menurun secara bertahap menjadi 51,1 mg/100 g pada hari ke-21.

Dalam penelitian ini, perlakuan T₄ menunjukkan kadar asam fitat sebesar 52,00 mg/100 g setelah fermentasi selama 21 hari, nilai yang sangat mendekati hasil akhir fermentasi). Hal ini menunjukkan bahwa proses ensilase selama 21 hari secara efektif menurunkan kandungan asam fitat, meskipun kandungan awal yang tinggi tetap menghasilkan nilai akhir yang signifikan.

Perlakuan T₁ hingga T₃ yang merupakan campuran antara *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* menunjukkan tren peningkatan kandungan asam fitat seiring dengan bertambahnya proporsi *Tithonia*. Ini mengindikasikan bahwa dominasi *Tithonia* dalam campuran hijauan berperan signifikan terhadap total kadar fitat dalam silase. Penurunan

asam fitat selama fermentasi, kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas fitase yang dihasilkan mikroba fermentatif maupun yang bersifat endogen [16]. Penambahan molases sebagai sumber energi fermentasi diduga turut mendorong perkembangan mikroorganisme [8], sehingga mampu mendegradasi senyawa fitat. Asam fitat dapat dihidrolisis oleh enzim fitase yang diproduksi oleh bakteri asam laktat maupun kapang yang ikut tumbuh selama fermentasi. Enzim ini memutus ikatan fosfat dari cincin inositol, sehingga kandungan fitat berkurang secara bertahap

Sebagai pelengkap data kuantitatif, dilakukan pula uji kualitatif terhadap keberadaan asam fitat menggunakan reagen Chen. Hasil uji ini ditampilkan pada **Gambar 1**, yang menunjukkan perubahan warna larutan hasil ekstraksi terhadap masing-masing perlakuan. Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa perlakuan T₀, T₁, dan T₂ tergolong negatif (-), yang mengindikasikan kandungan asam fitat terlalu rendah untuk terdeteksi secara visual. Perlakuan T₃ menunjukkan reaksi positif (+) dengan warna biru samar, sedangkan T₄ menunjukkan reaksi positif kuat (++), ditandai dengan warna biru pekat. Pola ini memperkuat hasil kuantitatif dan menunjukkan konsistensi antara metode visual dan spektrofotometri dalam mengidentifikasi kadar fitat pada berbagai formulasi silase.



Gambar 1. Perubahan warna hasil uji kualitatif asam fitat pada silase dengan berbagai rasio campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum*

Dengan demikian, baik analisis kuantitatif maupun kualitatif menunjukkan bahwa kandungan asam fitat sangat dipengaruhi oleh proporsi *Tithonia diversifolia* dalam campuran hijauan. Hal ini perlu menjadi perhatian dalam formulasi ransum, mengingat asam fitat merupakan senyawa antinutrisi yang dapat mengganggu ketersediaan mineral penting bagi ternak. Upaya pengurangan kadar fitat melalui strategi fermentasi yang lebih lama, penambahan enzim fitase, atau pemanfaatan inokulan mikroba

spesifik dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan nilai nutrisi silase berbasis *Tithonia diversifolia*.

3.2. Kandungan tanin (mg/100 g)

Kandungan tanin dalam silase menunjukkan nilai yang relatif rendah pada seluruh perlakuan dan tidak berbeda nyata secara statistik ($P > 0,05$). Variasi kecil yang muncul antar perlakuan, seperti terlihat pada T₁ dan T₃ yang sedikit lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain, kemungkinan besar disebabkan oleh fluktuasi alami dalam kandungan metabolit sekunder pada bahan hijauan, terutama dari daun *Tithonia diversifolia* yang dikenal mengandung senyawa fenolik, termasuk tanin [17].

Meskipun terdapat tren peningkatan ringan pada T₁ dan T₃, tidak terdapat hubungan linier yang konsisten antara peningkatan proporsi *Tithonia diversifolia* dan kadar tanin dalam silase. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan tanin *Tithonia* dalam kondisi fermentasi selama 21 hari cenderung stabil atau bahkan mengalami degradasi sebagian. Tanin, sebagai senyawa fenolik, diketahui dapat terurai selama proses fermentasi akibat aktivitas mikroorganisme [18], terutama jika tersedia substrat energi dari bahan tambahan seperti molases yang mendukung pertumbuhan mikroba fermentatif.

Perlakuan T₀ yang hanya menggunakan *Panicum maximum* menunjukkan kandungan tanin yang sangat rendah, sebagaimana telah diketahui bahwa rumput ini umumnya memiliki kadar senyawa fenolik yang lebih sedikit dibanding *Tithonia diversifolia*. Namun demikian, karena nilai tanin pada seluruh perlakuan tetap berada pada kisaran rendah (di bawah 0,2 mg/100 g), maka efek biologisnya terhadap pencernaan dan pemanfaatan nutrisi oleh ternak diperkirakan minimal.

Dengan demikian, keberadaan tanin dalam silase campuran ini tidak menjadi faktor pembatas utama dari segi kualitas nutrisi. Namun, pada proporsi tertentu seperti T₃, adanya sedikit peningkatan tetap perlu diperhatikan jika formulasi pakan diarahkan untuk spesies ternak yang sensitif terhadap senyawa fenolik. Optimalisasi fermentasi atau pemilihan rasio hijauan yang seimbang tetap menjadi strategi penting untuk menjaga kualitas silase dari segi kandungan antinutrisi.

3.3. Kandungan asam oksalat (mg/100 g)

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar asam oksalat dalam silase campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P > 0,05$), dengan nilai yang cenderung rendah dan fluktuatif. Hal ini disebabkan karena aktivitas mikroba oksalatolitik, misalnya *Lactobacillus plantarum* atau *Oxalobacter formigenes*, yang memiliki enzim oksalat dekarboksilase untuk memecah oksalat menjadi format dan CO₂ [19]. Proses

ini cenderung menyebabkan penyamaan kadar oksalat pada akhir fermentasi, meskipun bahan awal mungkin memiliki variasi. Meskipun tidak signifikan secara statistik, terlihat bahwa perlakuan T₁ dan T₃ memiliki kadar oksalat yang sedikit lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh variasi alami kandungan asam oksalat dalam bahan baku *Tithonia*, yang dikenal mengandung senyawa oksalat, terutama pada daun mudanya [20].

Fluktuasi nilai oksalat antar perlakuan, tanpa menunjukkan pola linier yang jelas terhadap peningkatan proporsi *Tithonia diversifolia*, mengindikasikan bahwa proses fermentasi selama 21 hari berpotensi menstabilkan atau bahkan mereduksi sebagian kandungan oksalat dalam hijauan. Fermentasi silase diketahui mampu menurunkan senyawa antinutrisi, termasuk oksalat, melalui aktivitas mikroorganisme yang mampu mendegradasi asam organik tersebut [21]. Selain itu, penambahan molases pada seluruh perlakuan dapat mempercepat pertumbuhan mikroba fermentatif, yang secara tidak langsung juga membantu menguraikan senyawa oksalat [8].

Perlakuan T₀, yang hanya terdiri dari *Panicum maximum*, menunjukkan kadar oksalat yang tidak jauh berbeda dibandingkan dengan T₂ dan T₄. Ini mengisyaratkan bahwa kontribusi oksalat dari *Tithonia diversifolia* dalam konteks formulasi silase campuran tidak terlalu dominan. Bahkan pada perlakuan T₄ (100% *Tithonia diversifolia*), kadar oksalat tidak melonjak signifikan, yang menandakan bahwa senyawa ini relatif stabil atau mengalami degradasi selama fermentasi.

Secara keseluruhan, rendahnya kadar oksalat pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa silase hasil fermentasi tidak mengandung asam oksalat dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan ternak. Namun, pada rasio seperti T₁ dan T₃ yang cenderung sedikit lebih tinggi, evaluasi terhadap dampak jangka panjang bagi ternak sensitif terhadap oksalat tetap perlu diperhatikan, terutama jika silase digunakan dalam porsi besar dalam formulasi ransum. Pemilihan rasio campuran dan durasi fermentasi tetap menjadi faktor penting dalam menjaga mutu silase dari sisi keamanan senyawa antinutrisi.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio campuran *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* dalam silase berpengaruh signifikan terhadap kadar asam fitat, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar tanin dan asam oksalat. Peningkatan proporsi *Tithonia diversifolia* dalam campuran hijauan secara nyata meningkatkan kandungan asam fitat dalam silase, dengan nilai tertinggi tercatat pada perlakuan T₄ (100% *Tithonia diversifolia*) sebesar 52,00 mg/100 g bahan kering. Sebaliknya, kadar tanin dan asam oksalat menunjukkan fluktuasi yang tidak konsisten

dan berada pada kisaran rendah di semua perlakuan, tanpa perbedaan signifikan secara statistik.

Proses fermentasi selama 21 hari dengan penambahan molases sebesar 4% terbukti mampu menstabilkan bahkan menurunkan kandungan antinutrisi, terutama asam fitat. Oleh karena itu, formulasi silase berbasis kombinasi *Tithonia diversifolia* dan *Panicum maximum* dengan rasio yang tepat dapat menjadi strategi efektif dalam menghasilkan pakan hijauan fermentasi yang bernilai nutrisi tinggi dan aman bagi ternak. Untuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan evaluasi tambahan terhadap pengaruh formulasi silase ini terhadap pencernaan dan performa ternak secara in vivo.

Referensi

- [1] J. Nugraha, Jiyanto, dan P. Anwar, "Produksi dan Kapasitas Tampung Hijauan Ternak di Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi," *Journal of Animal Center (JAC)*, vol. 4, no. 1, pp. 40–51, Mar. 2022.
- [2] A. Wahyudi, D. Pamungkas, R. H. Setyobudi, L. Hendraningsih, dan Z. Vincēviča, "Organic Acid and Nutrient Composition of Lactic Acid Bacteria Inoculated Total Mixed Ration Silage under Tropical Condition," *Animal Science Papers and Reports*, vol. 54, pp. 41–45, Mar. 2017.
- [3] N. R. Reddy dan M. D. Pierson, "Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation," *Food Research International*, vol. 27, no. 3, pp. 281–290, 1994, doi: 10.1016/0963-9969(94)90096-5.
- [4] F. Khajali dan F. Rafiei, "A review of plant anti-nutritional factors in animal health and production: The classification, biological properties, and the passivation strategy," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 18, p. 101290, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.jafr.2024.101290.
- [5] R. K. Gupta, S. S. Gangoliya, dan N. K. Singh, "Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, no. 2, pp. 676–684, Apr. 2015, doi: 10.1007/s13197-013-0978-y.
- [6] E. Jerónimo, C. Pinheiro, E. Lamy, M. T. Dentinho, E. Sales-Baptista, O. Lopes, dan F. Silva, "Tannins in Ruminant Nutrition: Impact on Animal Performance and Quality of Edible Products," dalam *Tannins: Biochemistry, Food Sources and Nutritional Properties*, C. A. Combs, Ed. Hauppauge, NY, USA: Nova Science Publishers Inc., 2016, pp. 121–168.
- [7] R. Abdullah, M. M. Rahman, dan K. W. E. Wan, "A review of oxalate poisoning in domestic animals: Tolerance and performance aspects," *Journal of Animal Physiology and Animal*

- Nutrition*, vol. 97, no. 4, pp. 605–614, Aug. 2013, doi: 10.1111/j.1439-0396.2012.01309.x.
- [8] T. Dhalika, A. Budiman, dan A. R. Tarmidi, "Pengaruh Penambahan Molases Pada Proses Ensilase Terhadap Kualitas Silase Jerami Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*)," *J. Ilmu Ternak*, vol. 21, no. 1, pp. 33–39, Jun. 2021, doi: 10.24198/jit.v21i1.33105.
- [9] A. O. Fasuyi, F. A. S. Dairo, dan F. J. Ibitayo, "Ensilaging wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves with sugar cane molasses," *Livest. Res. Rural Dev.*, vol. 22, no. 3, Mar. 2010. [Online]. Tersedia: <https://www.lrrd.org/lrrd22/3/fasu22053.htm>
- [10] M. B. Yitbarek dan B. Tamir, "Silage additives: Review," *Open Journal of Applied Sciences*, vol. 4, no. 5, pp. 258–274, 2014, doi: 10.4236/ojapps.2014.45026.
- [11] I. K. Mudhita, R. A. Putra, M. M. Rahman, B. P. Widyobroto, Agussalim, dan N. Umami, "The silage quality of Pennisetum purpureum cultivar Gamma Umami mixed with Calliandra calothyrsus and Lactiplantibacillus plantarum," *Tropical Animal Science Journal*, vol. 47, no. 1, pp. 112–124, 2024, doi: 10.5398/tasj.2024.47.1.112.
- [12] M. Latta dan M. Eskin, "A simple and rapid colorimetric method for phytate determination," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 28, no. 6, pp. 1313–1315, 1980, doi: 10.1021/jf60232a045.
- [13] N. T. Lang, A. N. Tran, V. P. Nguyen, dan C. B. Bui, "Breeding For Low Phytic Acid Mutants In Rice (*Oryza sativa*)," *Bul. Liuro.*, vol. 21, no. 1, pp. 61–68, 2007.
- [14] H. P. Makkar, M. Blümmel, dan K. Becker, "Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques," *Br. J. Nutr.*, vol. 73, no. 6, pp. 897–913, Jun. 1995, doi: 10.1079/bjn19950095.
- [15] AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official Methods of Analysis*, 1995.
- [16] Sutardi, "Perubahan Kandungan Asam Fitat dan Aktivitas Fitase Pada Pembuatan, Penyimpanan, dan Pemasakan Tempe," *agriTECH*, vol. 37, no. 1, pp. 11–18, 2017, doi: 10.22146/agritech.19230.
- [17] S. O. Ahmed dan S. O. Bamigboye, "Preliminary Phytochemical Screening of Bioactive Chemicals in Sunflower (*Tithonia diversifolia*) Roots," *International Journal on Human Computing Studies*, vol. 2, no. 6, pp. 12–17, Nov.–Dec. 2020. [Online]. Tersedia: <https://www.journalsresearchparks.org/index.php/IJHCS>
- [18] P. E. D. Mahendra, N. L. A. Yusasrini, dan I. D. P. K. Pratiwi, "Pengaruh Metode Pengolahan terhadap Kandungan Tanin dan Sifat Fungsional Tepung Proso Millet (*Panicum miliaceum*)," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 8, no. 4, pp. 354–367, Dec. 2019. [Online]. Tersedia: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jitp>
- [19] N. Nurkholis, D. L. Rukmi, and Y. Mariani, "Penggunaan bakteri *Lactobacillus plantarum* pada silase kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L) sebagai pakan ternak," *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 6–12, Mar. 2018, doi: 10.25047/jipt.vi12.891.
- [20] E. Olivares, E. Peña, dan G. Aguiar, "Metals and oxalate in *Tithonia diversifolia* (Asteraceae): concentrations in plants growing in contrasting soils, and Al induction of oxalate exudation by roots," *Journal of Plant Physiology*, vol. 159, no. 7, pp. 743–749, 2002, doi: 10.1078/0176-1617-0751.
- [21] A. A. Ajao dan A. N. Moteetee, "*Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. (Asteraceae: Heliantheae), an invasive plant of significant ethnopharmacological importance: A review," *South African Journal of Botany*, vol. 113, pp. 396–403, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.sajb.2017.09.017.