

EFEK INTERAKSI DOSIS INOKULUM RAGI DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KEPADATAN SEL VIABEL BAKTERI ASAM LAKTAT DAN KUALITAS PRODUK SILASE DARI LIMBAH AMPAS TEH (*Camellia sinensis*)

[*Interaction Effect of Yeast Inoculum Dose and Fermentation Time Course on The Density of Viable Cells of Lactic Acid Bacteria and The Quality of Silage Product from Tea (Camellia sinensis) Pulp Waste*]

Veramita Angel Minarno, Rully Adi Nugroho, Agna Sulis Krave*

Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Jawa Tengah, Indonesia.

ABSTRAK

Industri minuman teh dalam kemasan menghasilkan limbah ampas teh dalam jumlah besar yang dapat mencemari lingkungan. Upaya pemanfaatannya sebagai pakan ternak terhambat oleh tingginya kandungan zat antinutrisi seperti tanin dan serat kasar. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi terhadap kepadatan bakteri asam laktat (BAL) serta kualitas silase dari limbah ampas teh. Ampas teh direndam dalam larutan abu gosok 15% (b/v) untuk proses detanisasi, kemudian diinokulasi dengan ragi dalam dosis 0%, 2%, 4%, dan 6% (b/b), dan diinkubasi secara anaerob pada suhu ruang selama 0, 14, dan 21 hari. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kadar air, pH, kepadatan BAL, kadar asam laktat, nilai Fleigh, kadar protein kasar, serat kasar, dan tanin. Hasil menunjukkan adanya interaksi signifikan antara waktu fermentasi dan dosis inokulum terhadap peningkatan kepadatan BAL, kadar asam laktat, nilai Fleigh, serta penurunan pH dan kadar tanin. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis ragi 6% dan waktu fermentasi 21 hari, dengan kepadatan BAL batang dan kokus masing-masing sebesar $3,90 \times 10^4$ dan $3,93 \times 10^4$ sel/g, kadar asam laktat 1,79%, pH 3,77, nilai Fleigh 136,28, dan tanin 0,64%. Meski kandungan serat kasar masih cukup tinggi (22,57%) dan protein kasar tertinggi tercapai pada dosis 4% (18,04%), hasil ini menunjukkan bahwa fermentasi dengan ragi efektif meningkatkan kualitas silase ampas teh sebagai pakan alternatif.

Kata Kunci: ampas teh, dosis inokulum ragi, waktu fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*, silase

ABSTRACT

The packaged tea beverage industry generates large amounts of tea waste that pose environmental concerns. Utilizing this waste as animal feed is hindered by its high content of antinutritional factors, particularly tannins and crude fiber. This study aimed to evaluate the effects of fermentation time and yeast inoculum dosage on lactic acid bacteria (LAB) density and the silage quality of tea waste. Prior to fermentation, the tea waste was soaked in a 15% (w/v) wood ash solution to reduce tannin content. It was then inoculated with yeast at 0%, 2%, 4%, and 6% (w/w) dosages, ensiled under anaerobic conditions, and incubated at room temperature for 0, 14, and 21 days. Observed parameters included weight loss, moisture content, pH, LAB density, lactic acid content, Fleigh score, crude protein, crude fiber, and tannin levels. Results showed a significant interaction between yeast inoculum dosage and fermentation time, affecting LAB density, lactic acid content, Fleigh score, pH reduction, and tannin degradation. The best treatment was observed at 6% yeast inoculum and 21 days of fermentation, yielding rod- and coccus-shaped LAB densities of 3.90×10^4 and 3.93×10^4 cells/g, respectively; lactic acid content of 1.79%; pH of 3.77; Fleigh score of 136.28; and tannin content of 0.64%. Although crude fiber content remained relatively high (22.57%) and the highest crude protein content (18.04%) was achieved at 4% inoculum, yeast fermentation effectively improved tea waste silage quality, making it a promising alternative feed source.

Keywords: tea pulp waste, yeast inoculum dose, fermentation time, *Saccharomyces cerevisiae*, silage

PENDAHULUAN

Produksi minuman teh dalam kemasan pada skala industri menghasilkan timbunan ampas teh yang menimbulkan masalah tersendiri bagi lingkungan dan perlu diupayakan solusinya. Ampas teh merupakan limbah padat dari proses penyeduhan teh menjadi minuman teh dalam kemasan. Timbunan ampas teh yang tidak dikelola akan memunculkan bau tidak sedap dan mengurangi nilai estetika lingkungan (Tjhaiad dan Taufik 2023, Azzahra dan Taufik 2020).

Sebenarnya ampas teh dapat digunakan sebagai bahan campuran pakan untuk unggas maupun ruminansia (Qiu *et al.*, 2023, Ding *et al.*, 2020). Ampas teh mengandung 27,42% protein, 20,94% serat kasar, 2,01% lemak, 0,2% kalsium, 0,7% pospor, 7,83% abu, dan 6,07% lignin (Babu *et al.*, 2022). Ampas teh mempunyai keterbatasan untuk langsung digunakan sebagai bahan pakan ternak karena tingginya kandungan serat kasar dan senyawa antinutrisi seperti tanin sekitar 5-15% (Amalia *et al.*, 2021, Kusmayadi 2020). Kandungan tanin dan saponin yang tinggi dapat menghambat metabolisme protein dalam tubuh ternak, khususnya ruminansia (Sudrajat dan Riyanti 2019). Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2013) menyatakan bahwa kandungan tanin 3-7% dalam pakan tidak dianjurkan karena dapat meningkatkan kematian pada hewan ternak.

Teknologi pengolahan secara kimia, fisika, dan biologi yang tepat dapat menurunkan kandungan serat kasar dan antinutrisi dalam ampas teh (Pazla *et al.*, 2023, Hartini *et al.*, 2022). Rosulva *et al.* (2021) melaporkan bahwa perendaman ampas teh dalam suspensi 10% abu gosok dapat menurunkan kandungan tanin hingga 80% pada kondisi pH alkali. Budiyanto *et al.* (2022) melaporkan bahwa perebusan dengan abu gosok dapat menurunkan kadar tanin pada buah bakau. Abu gosok dapat menyerap cairan sel, mengikat racun dan mengikat zat antinutrisi. Selain itu, metode fermentasi ampas teh menjadi silase dapat mengubah bahan organik kompleks, termasuk serat kasar, menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna (Seran *et al.*, 2020, Zhou *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian melaporkan peran yang signifikan dari mikroba dalam fermentasi silase (Zhuang *et al.*, 2021, Wahyudi 2019). Bakteri asam laktat dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat mensekresikan enzim α -galaktosidase dan β -glukosidase yang dapat mengurai oligosakarida menjadi gula sederhana dan melepaskan zat anti nutrisi sehingga menjadi terbuka bagi aksi enzim hidrolitik (Ghosh *et al.*, 2022, Alvarez-Cao *et al.*, 2019). *S. cerevisiae* dapat digunakan sebagai *direct fed microbials* (DFM) yang kaya enzim, vitamin, dan kofaktor penting (Kurniawan *et al.*, 2023, Chirstiyanto dan Utama 2021). Penambahan kultur *S. cerevisiae* dalam proses fermentasi memacu mikroorganisme untuk memperbanyak diri, hal inilah yang dapat meningkatkan kandungan protein kasar (Dewi *et al.*, 2022, Panab *et al.*, 2020).

Selain itu, waktu fermentasi (*ensilage*) juga diketahui memengaruhi kualitas silase. Ali *et al.* (2020) melaporkan bahwa kadar asam laktat pada silase rumput gajah meningkat dengan semakin

lamanya waktu ensilase. Koni *et al.* (2020b) menunjukkan bahwa semakin lama waktu ensilase maka menyebabkan peningkatan total bakteri asam laktat yang menjadi protein sel tunggal. Asam organik yang diproduksi selama ensilase diduga dapat mengakibatkan denaturasi protein dan terbentuknya amonia (Ramdani *et al.*, 2022). Wahyani *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kandungan serat kasar pada silase berbahan eceng gondok menurun hingga 1,45% dalam waktu 20 hari ensilasi.

Dengan demikian, banyak pendekatan yang telah dikembangkan untuk mengurangi kandungan antinutrisi dalam ampas teh. Meskipun demikian, masih terdapat kekurangan dalam penelitian yang menggabungkan metode perendaman dalam abu gosok dengan fermentasi menggunakan inokulum ragi komersial untuk mengoptimalkan kualitas silase dari ampas teh. Belum ada studi yang secara komprehensif mengevaluasi pengaruh kombinasi dosis inokulum ragi dan waktu fermentasi terhadap penurunan kadar tanin dan serat kasar, serta peningkatan kandungan protein dalam silase ampas teh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengkaji pengaruh waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi terhadap kualitas silase dari ampas teh, khususnya dalam menurunkan kandungan tanin dan serat kasar serta meningkatkan kandungan protein. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam pemanfaatan limbah ampas teh sebagai pakan ternak yang berkualitas.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan untuk fermentasi silase adalah ampas teh hijau yang diperoleh dari PT. Gunung Slamet, Slawi. Ragi inokulum yang digunakan adalah Fermipan yang mengandung 30- 33% sel *S. cerevisiae* dengan campuran pengemulsi sorbitan monostearat E491. Bahan lainnya seperti abu gosok, dedak gabah padi, dan molase diperoleh dari penjual di pasar tradisional Trayeman Slawi, Kabupaten Tegal.

Lokasi dan Desain Penelitian

Pembuatan silase ampas teh, pengujian fisik dan mikrobiologis dilakukan di Laboratorium PT. Gunung Slamet Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Analisis serat dan protein kasar dilakukan di Laboratorium Pelayanan Analisis Pakan Ternak Jawa Tengah.

Percobaan menggunakan rancangan acak faktorial dengan perlakuan dosis inokulum empat aras (0%, 2%, 4%, 6% (b/b dari berat ampas teh) dan perlakuan waktu ensilasi tiga aras (0, 14, 21 hari), masing-masing dengan tiga ulangan.

Fermentasi Silase Ampas Teh

Ampas teh sebanyak 36 kg direndam dalam 15% (b/v) suspensi abu gosok selama 1 hari (Perdana *et al.*, 2013). Setelah perendaman, ampas teh dipisahkan dari suspensi abu gosok dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai kadar air $\pm 30\%$. Untuk setiap unit percobaan disiapkan bahan yang terdiri dari 500 g ampas teh yang telah dikeringkan dan direndam dalam suspensi abu gosok, 125 g dedak, 30 g molase yang telah dilarutkan dalam 150 mL air, dan fermipan yang telah disuspensikan dalam 150 mL air pada suhu 30-40 °C untuk mengaktifkan sel ragi. Campuran dari semua bahan tersebut memberikan kadar air 50% yang merupakan kondisi optimal untuk fermentasi. Perlakuan dosis inokulum ragi diatur dengan memberikan fermipan 0%, 2%, 4%, 6% dari 500 g ampas teh yang digunakan. Setelah semua bahan dicampur merata, adonan bahan silase dimasukkan ke dalam kantong plastik (PE 40 mikron) ukuran 40 cm $\times$ 60 cm, dipadatkan dengan cara ditekan-tekan, dan diikat menggunakan tali rafia supaya suasana di dalam kantong plastik menjadi anaerob. Semua kantong diinkubasi di ruang pengolahan limbah dengan kisaran suhu ruangan 27-35 °C dengan posisi tidak terkena sinar matahari dan jauh dari genangan air. Kualitas silase ampas teh yang dihasilkan dianalisis setelah selesainya waktu ensilasi sesuai dengan perlakuan waktu fermentasinya. Analisis kualitas silase yang dilakukan meliputi kadar asam laktat, kandungan tanin, kandungan protein kasar dan serat kasar, dan total bakteri asam laktat (BAL). Variabel pendukung juga diukur yang meliputi kadar air, pH silase, penyusutan berat silase, dan nilai Fleigh. Analisis

dilakukan terhadap sampel dari masing-masing unit percobaan yang diambil menggunakan sistem sampel terbuang.

Analisis Kadar Air dan pH Silase

Sampel silase sebanyak 3 g ditimbang dan ditempatkan di dalam mangkuk pada *moisture analyzer* (Mettler Toledo HG63 Deluxe 61 g) yang dioperasikan pada suhu 105 °C. Nilai yang terbaca langsung pada panel dicatat sebagai data kadar air yang diukur. pH silase diukur mengikuti metode potensiometer (Randi *et al.*, 2023). Sampel silase sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer, ditambah 50 mL aquades, kemudian dikocok dan didiamkan selama 2 jam untuk mengendapkan silase. pH silase diukur dengan pH meter (JuanJuan pH1156 ± 0.1) dan hasilnya dicatat pada saat layar pH menunjukkan nilai yang stabil.

Penentuan Kadar Asam Laktat dan Nilai Fleigh

Kadar asam laktat ditentukan menggunakan metode titrasi asam basa (Hu *et al.*, 2024). Nilai Fleigh (NF) dari produk silase ampas teh dihitung berdasarkan nilai bahan kering (BK) dan pH silase (İleri *et al.*, 2020):

$$NF = 220 + (2 \times BK \% - 15) - 40 \times pH$$

NF yang diperoleh digunakan untuk menetapkan kualitas silase dengan kriteria baik sekali (NF = 81-100), baik (NF = 61-80), cukup (NF = 41-60), sedang (NF = 21-40), dan kurang (NF = 0-20).

Penentuan Kadar Tanin, Protein Kasar, dan Serat Kasar

Kandungan tanin dalam sampel ditentukan menggunakan titrasi permanganometri (Alwala *et al.*, 2014). Kadar protein kasar ditentukan menggunakan metode semi mikro kjeldahl, sedangkan kadar serat kasar ditentukan menggunakan metode *neutral detergent fiber* (Shah *et al.*, 2019).

Analisis Kepadatan Bakteri Asam Laktat

Kepadatan bakteri asam laktat (BAL) ditentukan berdasarkan metode *microplate most probable number* (MPN) mengikuti Rowe *et al.* (1977). Media tumbuh yang digunakan untuk analisis kepadatan BAL mengacu pada Davis dan Pezzlo (2023) dengan indikator phenol merah untuk BAL bentuk kokus dan bromokresol ungu untuk BAL bentuk batang. Sampel silase sebanyak 10 g disuspensikan hingga 20 mL dalam larutan bufer fosfat pengencer. Suspensi sampel silase diambil sebanyak 50 µL dengan mikropipet, dan dimasukkan ke dalam sumur A1 dari *microplate* steril, dan dicampurkan dengan media tumbuh hingga merata. Selanjutnya diambil 50 µL dari sumur A1 dengan mikropipet, ditempatkan di sumur A2 untuk aras pengenceran kedua. Hal yang sama diulang berurutan dari sumur A2 hingga sumur A12 untuk aras pengenceran kedua belas (terakhir). Demikian juga untuk sumur B1-B12 hingga sumur H1-H12 dilakukan dengan cara yang sama dengan sumur A1-A12. Uji positif ditandai oleh perubahan warna media dalam sumur *microplate* menjadi kuning. Selanjutnya, nilai MPN diestimasi dari tiga pengenceran tertinggi pada sumur yang positif menggunakan tabel MPN dalam Rowe *et al.* (1977) dan dinyatakan dalam total jumlah sel BAL/g.

Bobot Susut

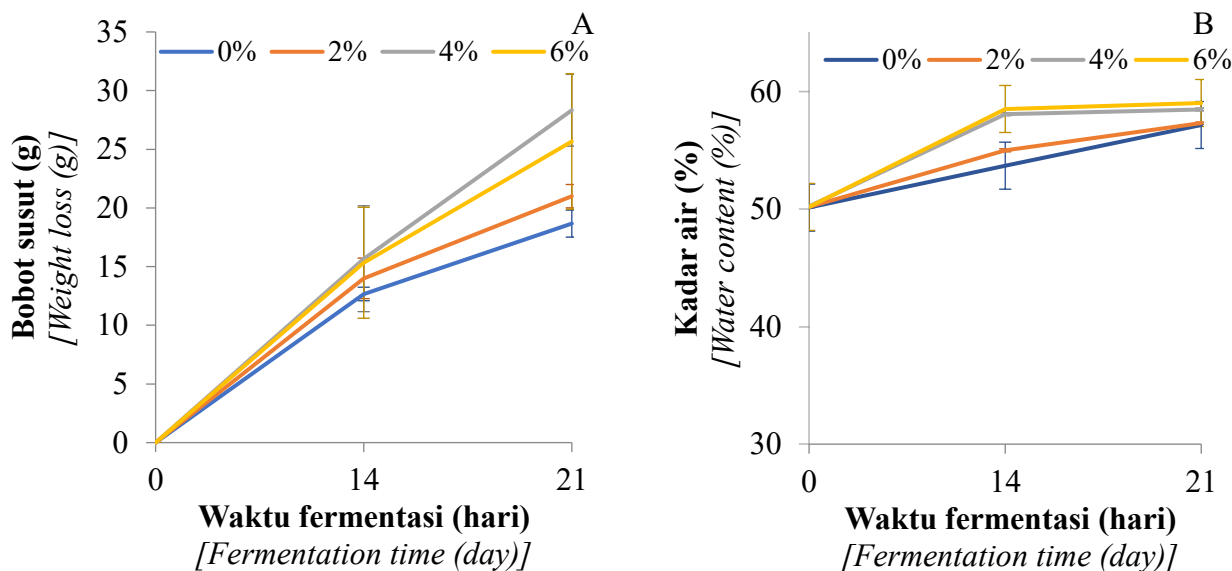
Bobot susut silase ampas teh dihitung dari selisih berat silase ampas teh sebelum dan sesudah perlakuan. Bobot silase dari setiap unit percobaan silase diukur menggunakan timbangan digital (*Digital Kitchen Scale, Tesla Precise*) dengan kepekaan pengukuran 0,1 g.

Analisis Data

Uji ANOVA dua arah dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh signifikan dari dosis inokulum ragi, waktu ensilasi dan interaksinya terhadap kualitas silase ampas teh berdasarkan kadar air, pH, bobot susut, kandungan asam laktat, tanin, nilai Fleigh, dan total BAL. Apabila terdapat pengaruh signifikan dilanjutkan dengan uji Tukey untuk menguji perbedaan antar perlakuan.

HASIL

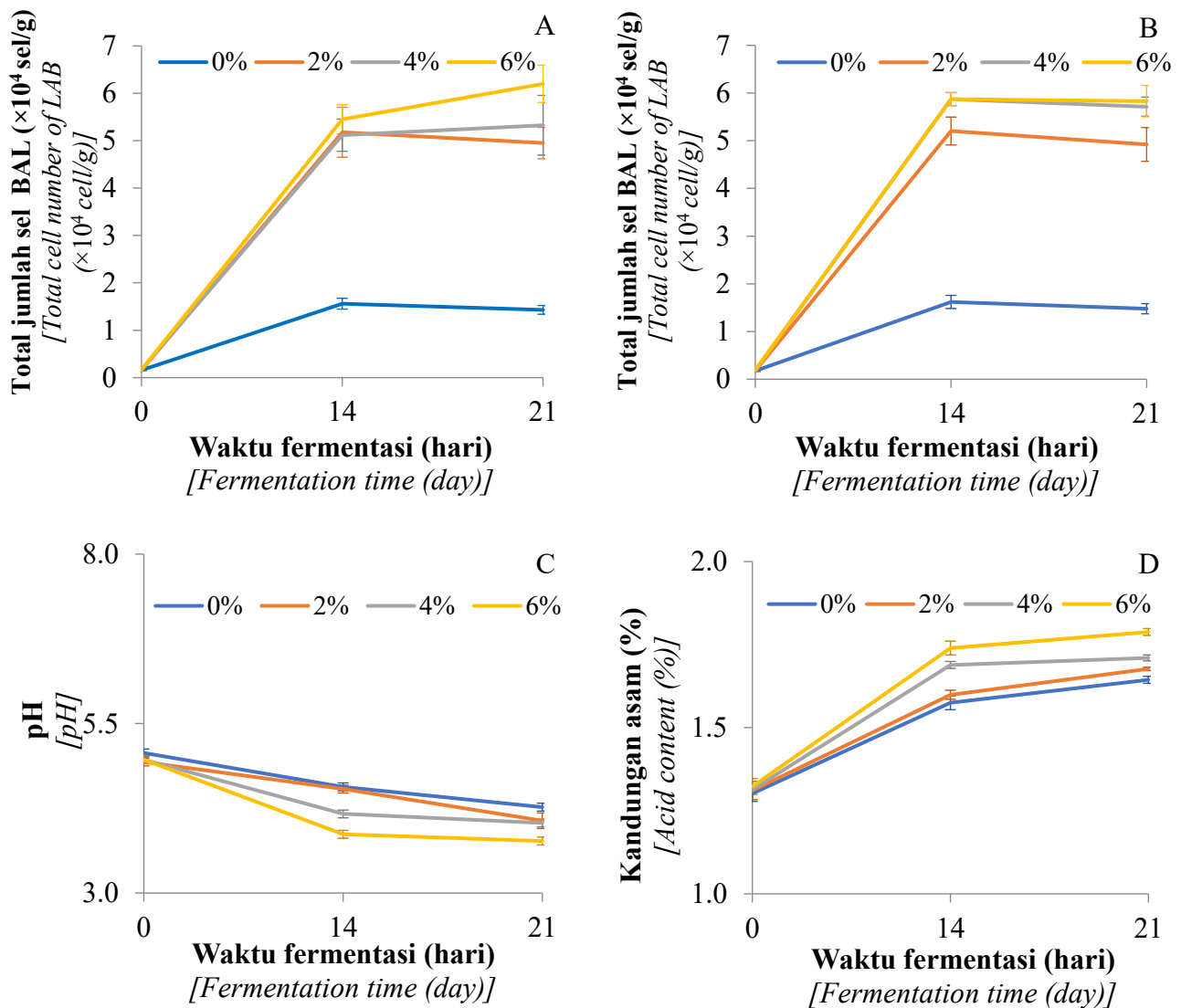
Berlangsungnya fermentasi pada adonan ampas teh yang telah mengalami ensilasi dapat dilihat dari susut bobot dan kadar air yang terus meningkat dengan semakin lama waktu fermentasi (Gambar 1). Hal ini terjadi pada semua perlakuan dosis inokulum ragi yang ditambahkan.



Gambar 1. Peningkatan susut bobot (A) dan kadar air (B) pada silase ampas teh selama fermentasi hingga hari ke-21 pada dosis inokulum ragi yang berbeda (*Increased weight loss (A) and moisture content (B) in tea pulp silage during fermentation until day 21th at different doses of yeast inoculum*).

Bahwa selama berlangsungnya inkubasi adonan ampas teh mengalami fermentasi juga terlihat dari meningkatnya kepadatan BAL, kadar asam laktat dan penurunan pH. Gambar 2 menunjukkan bahwa total BAL kokus (Gambar 2A) dan basil (Gambar 2B) meningkat dengan semakin lamanya waktu fermentasi yang diikuti kenaikan kadar asam laktat (Gambar 2C) dan penurunan pH (Gambar 2D). Total BAL kokus dan batang mengalami peningkatan yang tinggi dalam fermentasi 14 hari, dan cenderung melambat pada periode inkubasi selanjutnya. MPN BAL batang dan kokus pada hari ke-14 masing-masing hanya mencapai $4,60 \times 10^4$ sel/g silase dan $3,46 \times 10^4$ sel/g silase, dan hingga hari ke-21 nilai MPN BAL basil dan kokus relatif konstan, masing-masing mencapai $4,3 \times 10^4$ sel/g silase dan $3,59 \times 10^4$ sel/g silase, tetapi kepadatan sel viabel tersebut meningkat dibanding yang terhitung pada awal fermentasi. Total MPN BAL batang dan kokus pada awal fermentasi (hari ke-0) hanya sebanyak $1,82 \times 10^3$ sel/g dan $1,30 \times 10^3$ sel/g. Semakin tinggi penambahan dosis inokulum pada adonan ampas teh memberikan peningkatan kepadatan BAL dan kadar asam laktat, tetapi semakin menurunkan pH pada produk silase. Efek ini terjadi pada semua perlakuan waktu fermentasi. Setelah waktu fermentasi 21 hari, penambahan dosis ragi 2% menunjukkan rata-rata total BAL batang dan kokus sebanyak $4,73 \times 10^4$ sel/g silase dan $4,94 \times 10^4$ sel/g silase, dosis ragi 4% sebanyak $5,71 \times 10^4$ sel/g silase dan $5,32 \times 10^4$ sel/g silase, dan dosis ragi 6% sebanyak $5,65 \times 10^4$ sel/g silase dan $6,19 \times 10^4$ sel/g silase. Pada perlakuan kontrol atau tanpa penambahan inokulum ragi nilai MPN BAL batang dan kokus hanya $1,09 \times 10^4$ sel/g silase dan $1,06 \times 10^4$ sel/g silase.

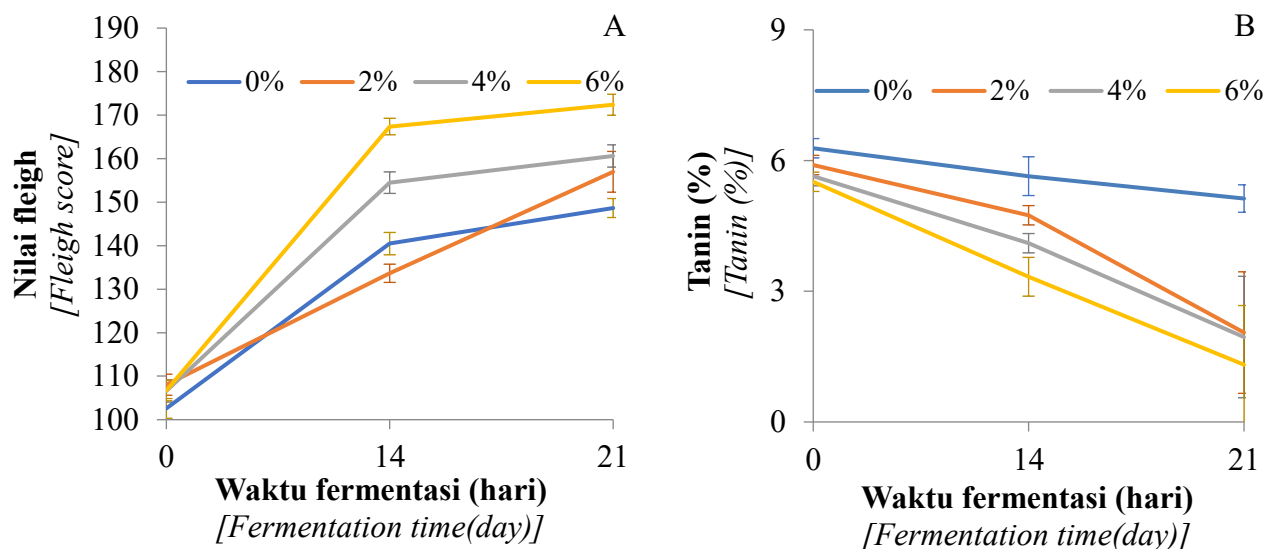
Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan adanya efek interaksi antara waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi terhadap kadar asam laktat ($P = 0,00$), pH ($P = 0,00$), dan total BAL batang ($P = 0,00$) serta BAL kokus ($P = 0,00$). Semakin lama waktu fermentasi dan semakin tinggi dosis inokulum ragi dalam adonan ampas teh semakin meningkatkan kepadatan BAL, kadar asam laktat, dan penurunan pH. Dosis inokulum ragi 6% dengan waktu fermentasi selama 21 hari menunjukkan penurunan nilai pH tertinggi dari 5,07 menjadi 3,77. Hal ini sejalan dengan terjadinya peningkatan kadar asam sebesar 0,49% dan kepadatan BAL kokus dan batang yang tertinggi, masing-masing mencapai $6,19 \times 10^4$ sel/g silase dan $5,83 \times 10^4$ sel/g silase.



Gambar 2. Kualitas silase ampas teh selama fermentasi hingga hari ke-21 pada dosis inokulum ragi yang berbeda berdasarkan MPN BAL kokus (A), MPN BAL batang (B), pH (C), dan kadar asam laktat (D) (*The quality of tea pulps silage during fermentation up to the day 21st at different yeast inoculum doses based on MPN LAB coccus (A), MPN LAB basil (B), pH (C), and lactic acid (D)*).

Hasil analisis kualitas silase ampas teh berdasarkan hitungan nilai Fleigh dan kadar tanin ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai Fleigh semakin meningkat dengan semakin meningkatnya waktu fermentasi, tetapi kadar tanin semakin menurun dengan meningkatnya waktu fermentasi. Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan adanya efek interaksi antara waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi terhadap nilai Fleigh ($P = 0,00$) dan kadar tanin dalam silase ampas teh ($P = 0,00$). Perlakuan waktu fermentasi 21 hari dengan penambahan dosis inokulum ragi 6% berpengaruh pada penurunan kadar tanin tertinggi sebesar 5,64%, yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa penambahan ragi dengan waktu fermentasi 0 hari. Nilai Fleigh tertinggi sebesar 136,28 yang terukur pada waktu fermentasi 21 hari dengan dosis inokulum ragi 6% termasuk dalam kategori kualitas baik sekali, jauh lebih tinggi dibanding nilai Fleigh pada kontrol (tanpa penambahan ragi pada waktu fermentasi 0 hari) yang hanya 102,07.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dosis inokulum ragi yang ditambahkan dan lama waktu fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan serat kasar dan peningkatan protein kasar pada silase ampas teh (Tabel 1). Peningkatan kadar protein kasar hanya terlihat pada penambahan dosis inokulum ragi 4% dengan waktu fermentasi 21 hari yang meningkat menjadi 18,04% dari 15,74%, sedangkan penurunan serat kasarnya hanya nampak pada penambahan dosis inokulum ragi 2% dengan waktu fermentasi 21 hari dari 25,88% menjadi 22,57%.



Gambar 3. Peningkatan nilai Fleigh (A) dan penurunan kadar tanin (B) pada silase ampas teh selama fermentasi hingga hari ke-21 pada dosis inokulum ragi yang berbeda (*Increased Fleigh score (A) and decreased tannin levels (B) in tea pulps silage during fermentation up to day 21th at different doses of yeast inoculum*).

Tabel 1. Kadar serat kasar dan protein kasar dalam silase ampas teh dengan perlakuan waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi yang berbeda (*Crude fiber and crude protein contents in tea pulps silage with different fermentation time course and yeast inoculum dose*).

Waktu (hari) (Time, day)	Dosis Inokulum (Inoculum dose)							
	0%	2%	4%	6%	0%	2%	4%	6%
	Serat Kasar (%) (Crude Fibre, %)				Protein Kasar (%) (Crude Protein, %)			
0	25,88	26,06	25,51	25,07	15,74	16,81	15,77	17,52
4	26,12	27,23	24,84	24,05	16,04	16,61	16,09	17,69
21	26,79	22,57	25,54	26,61	15,62	15,86	18,04	17,65

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan waktu fermentasi dan dosis inokulum ragi yang ditambahkan terbukti meningkatkan total BAL batang dan kokus, kadar asam laktat, dan nilai Fleigh, tetapi menurunkan pH dan kadar tanin dalam produk silase ampas teh. Hal ini didukung penelitian Zhou *et al.* (2020) yang menunjukkan perbedaan nyata nilai pH dan kenaikan asam laktat antara lama fermentasi 30, 60, dan 90 hari pada silase jagung, sedangkan Sariçiçek *et al.* (2016) menunjukkan perbedaan nyata silase jagung dalam kenaikan asam laktat dan nilai Fleigh pada waktu fermentasi 90 dan 104 hari. Harahap (2014) menunjukkan terjadinya peningkatan koloni BAL diikuti penurunan pH dalam silase kelapa sawit dengan waktu inkubasi 0, 7, 14, dan 21 hari. Kondo *et al.* (2006) mengevaluasi karakteristik fermentasi dan nilai nutrisi dari limbah teh hijau yang diensilasi dengan campuran produk sampingan seperti kue tahu, jerami padi, dan dedak padi. Penambahan limbah teh hijau meningkatkan konsentrasi asam laktat dan menurunkan pH serta kehilangan bahan kering.

Beberapa penelitian telah mengevaluasi fermentasi silase dari berbagai limbah agroindustri. Penambahan ragi dapat memacu pertumbuhan BAL untuk mensekresikan enzim tanase yang dapat mendegradasi tanin melalui aktivitas asilhidrolase tanin (Wang *et al.*, 2022). Shang *et al.*, (2019) menyatakan bahwa BAL dapat mendegradasi tanin hingga 78% pada produk *Xuan mugua*. Koni dan Foenay (2020a) menunjukkan bahwa perlakuan ensilasi dapat menurunkan kadar tanin hingga 59,96% pada silase kulit pisang. Hasil serupa dilaporkan Abbasi (2018) bahwa kandungan tanin dalam silase *Amaranthus hypochondriacus* menurun dari 7,82 g/kg menjadi 5,77 g/kg dengan tingkat degradasi 26,21% setelah proses ensilasi. Berdasarkan kandungan BAL batang dan kokus, asam laktat, pH, nilai Fleigh dan kadar tannin, waktu fermentasi 21 hari dengan dosis inokulum ragi 6% dapat menghasilkan silase ampas teh dengan kualitas tergolong sangat baik untuk pakan ternak ruminansia (Hapsari *et al.*, 2016). Dalam penelitian ini, penurunan kadar tanin terjadi akibat perendaman ampas teh dalam suspensi abu gosok 15% dan fermentasi. Jayanegara *et al.* (2019) menjelaskan bahwa larutan yang mengandung abu gosok sebesar 10% sudah dapat menurunkan kandungan tanin hingga 80%. Lei *et al.* (2024) yang meneliti efek residu teh kering dari berbagai jenis teh (hijau, hitam, putih, Pu'er mentah, dan matang) pada silase alfalfa menyatakan bahwa penambahan residu teh meningkatkan kandungan protein kasar, kapasitas antioksidan, dan pencernaan bahan kering *in vitro*. Selain itu, pH, amonia-N, dan asam asetat menurun secara signifikan (Lei *et al.*, 2024). Efek ini lebih menonjol dengan peningkatan tingkat penambahan residu teh.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa waktu fermentasi hingga 21 hari dan pemberian dosis ragi hingga 6% belum secara signifikan berhasil menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan kandungan protein kasar. Kandungan serat dan protein merupakan indikator penting untuk mengevaluasi keberhasilan fermentasi silase dari berbagai limbah pertanian dan agroindustri (Yi *et al.*, 2023). Sejumlah upaya perbaikan metode fermentasi masih diperlukan untuk lebih menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein dalam produk silase dari ampas teh ini. Peningkatan dosis inokulum ragi dan perpanjangan waktu fermentasi diduga akan dapat lebih meningkatkan kandungan protein kasar. Trisnadewi *et al.* (2018) menunjukkan peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar yang lebih tinggi pada waktu fermentasi 35 hari dibandingkan 14, 21, dan 28 hari dalam pembuatan silase bonggol jagung. Zhou *et al.* (2020) menunjukkan penambahan *S. cerevisiae* dalam fermentasi 90 hari meningkatkan protein kasar dan menurunkan kandungan selulosa dibandingkan tanpa penambahan inokulan pada silase jagung. Upaya lain yang dapat dilakukan melalui penambahan konsentrasi molase sebagai sumber karbon dalam fermentasi silase. Bakteri asam laktat dan *S. cerevisiae* memanfaatkan molase sebagai sumber karbon untuk dapat tumbuh maksimal dan meningkatkan kandungan protein. Sel ragi merupakan protein sel tunggal dan meningkatnya kepadatan sel ragi akan meningkatkan kandungan protein kasar dalam produk silase. Rodialah *et al.* (2023) melaporkan bahwa penambahan molase sebesar 10% dengan waktu fermentasi 21 hari dapat meningkatkan protein kasar hingga 4,65% pada pakan fermentasi dari ampas tebu. Sementara penelitian ini hanya menggunakan molase 4,5% untuk ditambahkan dalam fermentasi silase dari ampas teh. Luo *et al.* (2021) menemukan bahwa penambahan molase telah meningkatkan kualitas fermentasi dan rasa silase alfafa dan penambahan molase sebesar 3% menghasilkan pH ideal dan kondisi terbaik untuk pengawetan jangka panjang. Feng *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa waktu fermentasi dan sumber serat sangat mempengaruhi kelimpahan bakteri pada tingkat filum.

Kandungan serat kasar yang masih tinggi dalam produk silase ampas teh yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas lignoselulolitik selama berlangsungnya fermentasi dalam penelitian ini masih sangat rendah. Oleh karena itu dalam fermentasi silase dengan bahan baku limbah ampas teh ini diperlukan juga inokulasi dengan mikroba selulolitik. Mikroba selulolitik menghasilkan aktivitas enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa dalam serat kasar menjadi gula sederhana. Semakin tinggi jumlah mikroba selulolitik, semakin banyak pula materi selulosa yang terdegradasi sehingga penurunan serat kasar juga semakin tinggi. Chalisya *et al.* (2020) menunjukkan peran dari bakteri selulolitik asli dalam bubur singkong yang berperan dalam menghasilkan enzim selulase berupa endoglukanase, eksoglukanase, dan enzim β -glukosidase untuk mendegradasi serat dalam singkong. Bakteri selulolitik berupa *Bacillus clausii*, *B. amyloliquefaciens*, dan *B. subtilis* juga

mampu mendegradasi daun singkong sebesar 0,104 U/mL. Oleh karena itu, ko-fermentasi antara inokulum ragi dan mikroba selulolitik diharapkan mampu menurunkan kandungan serat kasar dalam produk silase ampas teh. Zhao *et al.* (2021) melaporkan bahwa *Enterococcus faecium* dan *E. fecalis* memiliki sifat selulolitik yang meningkatkan degradasi selulosa ketika ditambahkan untuk silase hijauan, sedangkan Al-Arif dan Lamid (2014) menunjukkan inokulasi bakteri selulolitik *Actinobacillus* sp. pada dosis 5% dengan waktu inkubasi 7 hari secara signifikan dapat mendegradasi serat kasar dan meningkatkan protein kasar dalam ransum ruminansia dari daun jati. Ang *et al.* (2021) menemukan bahwa makroalga yang difermentasi dengan *Lactobacillus* spp. dan *Saccharomyces cerevisiae* telah menurunkan secara drastis kandungan serat kasarnya.

Dibandingkan dengan silase dari limbah agroindustri lainnya, silase ampas teh menunjukkan potensi dalam meningkatkan kualitas pakan melalui peningkatan BAL, asam laktat, dan penurunan pH serta tanin. Namun, tantangan utama tetap pada tingginya kandungan serat kasar dan peningkatan protein kasar yang belum optimal. Penambahan bahan tambahan seperti molase atau ko-fermentasi dengan mikroba selulolitik dapat menjadi strategi untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan kualitas silase dari ampas teh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman ampas teh dalam larutan abu gosok 15% (b/v) yang diikuti fermentasi selama 21 hari dengan penambahan inokulum ragi terbukti menurunkan kadar tanin dan meningkatkan kualitas silase. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis inokulum 6% dengan waktu fermentasi 21 hari, menghasilkan peningkatan kepadatan BAL, kadar asam laktat, dan nilai Fleigh, serta penurunan pH. Namun, meskipun terjadi peningkatan kadar protein hingga 18,04% dan penurunan serat kasar menjadi 22,57%, nilai tersebut belum sepenuhnya memenuhi standar kualitas silase untuk pakan ruminansia sehingga diperlukan upaya lanjutan untuk perbaikan komposisi nutrisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Gunung Slamet Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah yang telah mendukung dan memfasilitasi penelitian ini hingga selesai.

KONTRIBUSI PENULIS

VAM: mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; RAN: melakukan konseptualisasi penelitian dan review; ASK: membuat konsep penelitian, merevisi naskah akhir.

REFERENSI

- Abbasi, M., Rouzbehan, Y., Rezaei, J., Jacobsen, S.E. 2018. The effect of lactic acid bacteria inoculation, molasses, or wilting on the fermentation quality and nutritive value of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) silage. *Jurnal Animal Science*, 8(96), pp.3983–3992.
- Ang, C.-Y., Yong, A.S.K., Azad, S.A., Lim, L.-S., Zulain, W.H., Lal, M.T.M. 2021. Valorization of Macroalgae through Fermentation for Aquafeed Production: A Review. *Fermentation*, 7(4), p.304.
- Al-Arif, M.A., Lamid, M. 2014. Kualitas pakan ruminansia yang difermentasi bakteri selulolitik *Actinobacillus* sp. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 2(1), pp.12–16.
- Ali, M.R.B., Pratomo, D., Burhanuddin, H., Ayuningsih, B., Dhalika, T., Mansyur, Hernaman, I. 2020. Pengaruh lama fermentasi dan pemberian aditif molases atau lumpur kecap terhadap fermentabilitas dan kandungan protein kasar silase rumput gajah Cv. Taiwan. *Ilmu Ternak*, 20(1), pp.81–86.
- Alwala, J.O., Kiema, F.N., Wanzala W. 2014. Determination of tannin concentration in African indigenous vegetables, grains and cassava roots from Emuhaya District, Western Kenya. *American Nutritional Food Science*, 1(1), pp.1–8.

- Alvarez-Cao, M.E., Cerdan, M.E., Gonzalez-Siso, M.I., Becerra, M. 2019. Optimization of *Saccharomyces cerevisiae* α -galactosidase production and application in the degradation of raffinose family oligosaccharides. *Microbial Cell Factories*, 18, pp.1–17.
- Amalia, N., Nurhafizah. 2021. Inovasi pembuatan teh herbal daun magenta (*Peristrophe bivalvis* L.) sebagai minuman fungsional kaya antioksidan. *Cendekia Sambas*, 1(2), pp.1–9.
- Azzahra, R.F., Taufik, M. 2020. Bio-adsorben berbahan dasar limbah ampas teh (*Camellia sinensis*) sebagai agent penyerap logam berat Fe dan Pb pada air sungai. *Kinetika*, 11(1), pp. 65–70.
- Babu, A.S., Krishna, C.R., Raju, S., Vijay, K., Nayak, A.S. 2022. Evaluation of tea waste or tea residue, orange peels and pigeon pea pods for proximate composition, fodder quality and digestibility parameters. *The Pharma Innovation Journal*, 11(11), pp.1441–1445.
- Budiyanto, F., Alhomaidi, E.A., Mohammed, A.E., Ghandourah, M.A., Alorfi, H.S., Bawakid, N.O., Alarif, W.M. 2022. Exploring the mangrove fruit: From the phytochemicals to functional food development and the current progress in the Middle East. *Marine Drugs*, 20(5), p.303.
- Chalisya, N., Sunarti, T.C., Meryandini, A. 2020. The role of indigenous cellulolytic and amylolytic microbes in cassava pulp during the drying process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 457(1), p.012069.
- Chirstiyanto, M., Utama, C.S. 2021. Kecernaan adf, ndf dan hemiselulosa secara *in vitro* pada litter fermentasi dengan lama peram yang berbeda. *Ilmu Ternak*, 21(1), pp.1–9.
- Davis, R.E., Pezzlo, M.T. 2023. Biochemical Tests for the Identification of Aerobic Bacteria. In ClinMicroNow. John Wiley & Sons, Ltd. Washington, D.C. pp.1–162.
- Dewi, E.R.S., Nugroho, A.S., Ulfah, M. 2022. Variations in microbial community on the nutrient content of fermented fish feed pellets with tofu waste. *Biologi Tropis*, 22(2), pp.390–397.
- Ding, X., Li, H., Wen, Z., Hou, Y., Wang, G., Fan, J., Qian, L. 2020. Effects of fermented tea residue on fattening performance, meat quality, digestive performance, serum antioxidant capacity, and intestinal morphology in fatteners. *Animals*, 10(2), p.185.
- Feng, L., Luo, Z., Wang, J., Wu, K., Wang, W., Li, J., Ma, X., Tan, B.E. 2023. Fermentation characteristics of different sources of dietary fiber in vitro and impacts on growth performance, nutrient digestibility and blood para-meters of piglets. *Journals of Functional Foods*, 108, p.105761.
- Ghosh, S., Nag, M., Lahiri, D., Sarkar, T., Pati, S., Kari, Z.A., Nirmal, N.P., Edinur, H.A., Ray, R.R. 2022. Engineered biofilm: Innovative nextgen strategy for quality enhancement of fermented foods. *Frontiers in Nutrition*, 9, p.808630.
- Hapsari, S.S., Suryahadi, Sukria, H.A. 2016. Improvement on the nutritive quality of napier grass silage through inoculation of *Lactobacillus plantarum* and formic acid. *Media Peternakan*, 39(2), pp.125–133.
- Harahap, A.E. 2014. Simulasi bakteri asam laktat yang diisolasi dari silase daun pelepah sawit pada saluran pencernaan ayam. *Jurnal peternakan*, 11(2), pp.43–47.
- Hartini, S., Rahardjo, E.K.S.D.D., Widodo, A.E. 2022. *Nutrisi unggas*. CV. Budi Utama. Sleman.
- Hu, L., Chen, X., Cao, Y., Gao, P., Xu, T., Xiong, D., Zhao, Z. 2024. Lactiplantibacillus plantarum exerts strain-specific effects on malolactic fermentation, antioxidant activity, and aroma profile of apple cider. *Food Chemistry: X*, 23, p.101575.
- Jayanegara, A., Ridla, M., Laconi, E.B., Nahrowi. 2019. *Komponen antinutrisi pada pakan*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Kondo, M., Kita, K., Yokota, H.O. 2006. Evaluation of fermentation characteristics and nutritive value of green tea waste ensiled with byproducts mixture for ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(4), pp.533–540.
- Koni, T.N.I., Foenay, T.A.Y. 2020a. Penurunan kadar tanin silase kulit pisang dengan menggunakan berbagai aditif. *Sains Peternakan Indonesia*, 15(3), pp.333–338.
- Koni, T.N.I., Foenay, T.A.Y. 2020b. Pengaruh level tapioka dan lama ensilase terhadap kadar tanin dan mineral silase kulit pisang kepok. *Jurnal Ilmu Ternak*, 20(2), pp.87–94.
- Kurniawan, M.A., Suwanti, L.T., Mufasirin, Adikara, R.T.S., Soeharsono, Eliyani, H., Maulana, W.Q. 2023. Potensi teknologi laserpunktur dan probiotik terhadap berat badan dan pencernaan

- protein kasar sapi madura jantan di Desa Tlagah, Sampang-Jawa Timur. *Applied Veterinary Science and Technology*, 4(1), pp. 5–10.
- Kusmayadi, A. 2020. Penambahan ampas teh hijau fermentasi di dalam ransum serta pengaruhnya terhadap laju pertumbuhan itik Cihateup. *Peternakan Nusantara*, 6(2), pp.63–68.
- Lei, X., Na, B., Zhou, T., Qian, Y., Xie, Y., Zheng, Y., Cheng, Q., Li, P., Chen, C., Sun, H. 2024. Effects of dried tea residues of different processing techniques on the nutritional parameters, fermentation quality, and bacterial structure of silaged alfalfa. *Microorganisms*, 12(5), p.889.
- Luo, R., Zhang, Y., Wang, F., Liu, K., Huang, G., Zheng, N., Wang, J. 2021. Effects of sugar cane molasses addition on the fermentation quality, microbial community, and tastes of alfalfa silage. *Animals*, 11(2), p.355.
- Panab, D.J., Enawati, L.S., Nenobais, M. 2020. Pengaruh level khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai inokulum dalam proses fermentasi tepung sabut kelapa muda terhadap perubahan kandungan nutrisi. *Peternakan Lahan Kering*, 2(2), pp.895–903.
- Pazla, R., Putri, M.D.E.M., Sucitra, S.P.L.S. 2023. *Mengenal antinutrisi dan pengaruhnya terhadap ternak ruminansia*. Penerbit Adab. Indramayu.
- Qiu, Q., Wei, X., Zhang, L., Li, Y., Qu, M., Ouyang, K. 2023. Effect of dietary inclusion of tea residue and tea leaves on ruminal fermentation characteristics and methane production. *Animal Biotechnology*, 34(4), pp.825–834.
- Ramdani, D., Jayanegara, A., Chaudhry, A.S. 2022. Biochemical properties of black and green teas and their insoluble residues as natural dietary additives to optimize in vitro rumen degradability and fermentation but reduce methane in sheep. *Animals*, 12(3), p.305.
- Randi, R.H.B., Ode, L.S., Sayuti M., Bahar, A.R., Syahrudin. 2023. Kualitas fisik silase pakan komplit berbahan dasar jerami sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) dengan taraf yang berbeda. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 2(2), pp.66–75.
- Riyanti, L., Febriza, G. 2023. Kualitas fisik dan fraksi serat silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan penambahan molasses dan probiotik. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 7(1), pp.10–17.
- Rodialah, M., Harahap, A.E., Ali, A., Adelina, T., Mucra, D.A., Solfan, B., Ramadhan, B.N. 2023. Profil nutrisi dan fraksi serat pakan silase komplit berbahan ampas tebu dengan penambahan legume indigofera dan molases. *Jurnal Triton*, 14(1), pp.18–28.
- Rosulva, Indah, Haryadi, Y., Budijanto, S., Sitanggang, A.B. 2021. Potensi buah mangrove sebagai sumber pangan alternatif. *Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), pp.131–150.
- Rowe, R., Todd, R., Waide, J. 1977. Microtechnique for most-probable-number analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 33(3), pp.675–680.
- Sarıçiçek, B. Z., Yıldırım, B., Kocabaş, Z., Demir, E.Ö. 2016. The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(3), pp.177–183.
- Seran, M.R., Sobang, Y.U.L., Yunus, M. 2020. Pengaruh level *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi tepung tongkol jagung terhadap kandungan bahan kering dan bahan organik serta kecernaanya secara in vitro. *Peternakan Lahan Kering*, 2(1), pp.727–731.
- Shah, M. K., Tamang, B. B., Dhakal, B., Chaudhary, P., Shrestha, S., Chhetri, N. 2019. Nutritive values of fodders at different seasons and altitudes in Gandaki River Basin of Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 2(1), pp.109–126.
- Shang, Y.F., Cao, H., Ma, Y.L., Zhang, C., Ma, F., Wang, C.X., Wei, Z.J. 2019. Effect of lactic acid bacteria fermentation on tannins removal in *Xuan mugua* fruits. *Food chemistry*, 274, pp.118–122.
- Sudrajat, Riyanti, L. 2019. *Buku Ajar Nutrisi dan Pakan Ternak*. Pusat Pendidikan Pertanian. Jakarta.
- Trisnadewi, A.A.A.S., Cakra, I.G.L.O., Yadnya, T.G.B. 2018. Physicall quality, and nutrient content of corn straw silage with different fermentation time. *Journal of Food Security and Agriculture*, 2(1), pp.22–27.

- Tjhaiad, J.R., Taufik, H. 2023. Pembuatan briket dari limbah teh produksi PT. Gunung Slamet untuk mengatasi permasalahan limbah teh yang menumpuk. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri UPS Tegal*, 1(1), pp.82–88.
- Wahyani, Mustabi, J., Asriany, A. 2021. Kandungan protein kasar dan serat kasar silase pakan komplit berbahan dasar eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada lama fermentasi yang berbeda. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 15(2), pp.10–19.
- Wahyudi, A. 2019. *Silase Fermentasi Hijauan dan Pakan Komplit Ruminansia*. UMM Press. Malang.
- Wang, N., Yi Xiong, Wang, X., Guo, L., Lin, Y., Ni, K., Yang, F. 2022. Effects of *Lactobacillus plantarum* on fermentation quality and anti-nutritional factors of paper mulberry silage. *Fermentation*, 8(4), p.144.
- Wang, M., Wu, L., Guo, Y., Sun, J., Deng, M., Liu, G., Sun, B. 2023. Effects of fermented herbal tea residue on meat quality, rumen fermentation parameters and microbes of black goats. *Applied Microbiology Express*, 13(1), 106.
- Wijaya, M. A., Budiman, Atun, Dhalika, T. 2015. Pengaruh penambahan molases dan onggok terhadap kandungan asam laktat dan derajat keasaman pada silase ampas teh. *Students*, 4(2), pp.1–8.
- Yi, Q., Meng Yu, Peng, W., Jiarui, D., Tianyue, Z., Yitong, J., Hongyu, T., Bao, Y. 2023. Effects of moisture content and silage starter on the fermentation quality and *in vitro* digestibility of waxy corn processing byproduct silage. *Fermentation*, 9(12), p.1025.
- Zhao, J., Shao, T., Chen, S., Tao, X., Li, J. 2021. Characterization and identification of cellulase-producing *Enterococcus* species isolated from Tibetan yak (*Bos grunniens*) rumen and their application in various forage silages. *Journal of Applied Microbiology*, 131(3), pp.1102–1112.
- Zhou, J.W., Wang, W.J., Jing, X.P., Degen, A.A., Guo, Y.M., Kang, J.P., Shang, Z.H., Yu, Z.X., Qiu, Q. *et al.* 2019. Effect of dietary energy on digestibilities, rumen fermentation, urinary purine derivatives and serum metabolites in tibetan and small-tailed han sheep. *Animal Physiology Animal Nutrition*, 103(8), pp.977–987.
- Zhou, X.L., Ouyang, Z., Zhang, X.L., Wei, Y.Q., Tang, S.X., Tan, Z.L., Han, X.F. 2020. Effects of a high-dose *Saccharomyces cerevisiae* inoculum alone or in combination with *Lactobacillus plantarum* on the nutritional composition and fermentation traits of maize silage. *Animal Production Science*, 60(6), pp.833–842.
- Zhuang, X., Chen, Z., Sun, X., Li, F., Luo, J., Chen, T., Sun, J. 2021. Fermentation quality of herbal tea residue and its application in fattening cattle under heat stress. *Biomed Central Veterinary Research*, 17, pp.1–13.