Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani
Volume. 5, Nomor. 1, April 2026
E-ISSN .: 2828-9412 ; P-ISSN .: 2828-9404, Hal 205-226
DOI: https://doi.org/10.55606/jurrih.v5i1.10525
Tersedia: https://prin.or.id/index.php/JURRIH

Nilai Fermentabilitas Silase Limbah Sayuran Pasar dengan Level Pati Putak (*Corypha Utan* Lamk) yang Berbeda Secara *in Vitro*

Juan Nathanael Pratama Mehan[1*], Emma D. Wie Lawa[2], Edwin J. L. Lazarus[3], Grace Maranatha[4]
[1-3] Program Studi Peternakan, Universitas Nusa Cendana Kupang, Indonesia
[*]*Penulis Korespondensi: nathanaeljuan93963@gmail.com[1]*

Abstract. *This study aims to evaluate the effect of different levels of putak starch (Corypha utan Lamk) in market vegetable waste silage on fermentability in vitro, particularly on total VFA (Volatile Fatty Acids) concentration, NH3 (ammonia), and pH. The research was conducted from April to June 2025 at the Animal Feed Chemistry Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Marine and Fisheries, Nusa Cendana University. The study used a completely randomized design (CRD) with four treatments and four replicates. The treatments were P0 (without putak starch), P1 (10% putak starch), P2 (20% putak starch), and P3 (30% putak starch). The variables observed were total VFA, NH3, and pH. The results showed that the addition of putak starch had a significant effect (P<0.05) on increasing total VFA concentration, highly significant effect (P<0.01) on decreasing NH3 concentration, and significant effect (P<0.05) on pH. The highest total VFA was found in P3 (146.201 mM), while the lowest NH3 was also found in P3 (6.780 mM). The pH values ranged from 6.625 to 6.850, which were still within the optimal range for rumen fermentation (6.0–7.0). It was concluded that the addition of putak starch up to 30% could improve the fermentation quality of market vegetable waste silage, with the best treatment being 20% putak starch.*

Keywords: *Fermentability; In Vitro; Market Vegetable Waste; Putak Starch; Silage.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh level pati putak (*Corypha utan* Lamk) yang berbeda dalam silase limbah sayuran pasar terhadap fermentabilitas secara *in vitro*, khususnya terhadap konsentrasi total VFA (*Volatile Fatty Acids*), NH3 (amonia), dan pH. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2025 di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (tanpa pati putak), P1 (10% pati putak), P2 (20% pati putak), dan P3 (30% pati putak). Variabel yang diamati adalah total VFA, NH3, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pati putak berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap peningkatan konsentrasi total VFA, berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap penurunan konsentrasi NH3, dan berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap pH. Konsentrasi total VFA tertinggi terdapat pada P3 (146,201 mM), sedangkan konsentrasi NH3 terendah juga terdapat pada P3 (6,780 mM). Nilai pH berkisar antara 6,625–6,850 yang masih berada pada kisaran optimal untuk fermentasi rumen (6,0–7,0). Disimpulkan bahwa penambahan pati putak hingga 30% dapat meningkatkan kualitas fermentasi silase limbah sayuran pasar, dengan perlakuan terbaik pada level 20% pati putak.

Kata Kunci: Fermentabilitas; *In Vitro*; Limbah Sayuran Pasar; Pati Putak; Silase,

1. LATAR BELAKANG

Limbah sayuran merupakan salah satu sumber bahan organik yang melimpah, terutama di pasar tradisional. Pasar tradisional setiap hari menghasilkan banyak limbah sayuran seperti kangkung, klobot jagung, sawi, dan kol yang tidak termanfaatkan. Sebagian besar limbah ini hanya dibuang atau dibiarkan membusuk, sehingga menimbulkan masalah lingkungan seperti polusi dan bau tidak sedap. Limbah sayuran dapat menjadi pakan ternak alternatif yang mempunyai nilai ekonomis dan berkelanjutan. Limbah sayuran mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pakan ternak dikarenakan limbah sayuran pasar terdapat dalam berbagai jenis dengan kandungan nutrisi yang beragam. Kandungan nutrisi limbah kol terdiri dari protein

Naskah Masuk: 26 Februari 2026; Revisi: 26 Maret 2026; Diterima: 27 April 2026; Terbit: 30 April 2026

12,64%, dan serat kasar 19,67% (Superianto dkk., 2018). Menurut Mushollaini dan Fitasari (2021) kadar protein sawi putih yaitu 16,97% dan kandungan serat kasar limbah sawi putih menurut Mangelep dkk. (2017) yaitu 17,89%. Menurut Tampoebolon dkk. (2018), kandungan nutrisi klobot jagung terdiri dari bahan kering 42,56%, protein kasar 2,8%, lemak kasar 2,55%, serat kasar 36,32%, BETN 52,65% dan TDN 49,54%.

Pemanfaatan limbah sayuran secara langsung masih sangat terbatas dan kurang maksimal. Hal ini dikarenakan kandungan nutrisi rendah dan memiliki kadar air yang sangat tinggi. Salah satu solusi untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah sayuran adalah dengan mengolahnya menjadi silase. Silase adalah produk pakan hasil fermentasi anaerob yang dapat meningkatkan nilai nutrisi dan memperpanjang masa simpan bahan pakan. Beberapa masalah yang sering muncul dalam pembuatan silase yaitu pertumbuhan mikroba proteolitik dan kapang karena kondisi anaerob yang tidak tercapai dengan baik, menurunnya kualitas nutrisi silase dan daya simpan rendah karena produksi asam laktat tidak mencukupi untuk menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk (Kung dkk., 2018).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan aditif sumber karbohidrat yang dapat memperbaiki hasil silase. Selama ini, molases dan dedak sering digunakan, tetapi harganya relatif mahal dan ketersediaannya terbatas. Oleh karena itu, perlu dicari sumber karbohidrat alternatif yang murah dan mudah diperoleh, seperti pati putak dari tanaman pohon gewang (*Corypha utan* Lamk). Menurut Witono dkk. (2021) yang dikutip Lazarus dan Lawa (2025), kandungan nutrisi yang ada di dalam pati putak berupa air 11,8%, abu 0,52%, lemak 0,20%, protein 0,69%, karbohidrat 86,59%, amilosa 32,73%, amilopektin 51,11%, glukomanan 12,28%, Ca 100,52 mg, fosfor 136,74 mg, Fe 3,39 mg, dan vitamin B10 108 mg. Pati putak memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan aditif yang lain seperti dedak padi 63,64% (Sunardi, 2018) dan molases 84,36% (Fathul dkk., 2019). Kandungan karbohidrat yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa pati putak berpotensi menjadi sumber energi bagi mikroorganisme selama proses fermentasi silase. Potensi tersebut dapat dievaluasi melalui uji *in vitro*.

In vitro yaitu metode pengujian yang dilakukan di laboratorium dengan mensimulasikan kondisi fermentasi di dalam rumen menggunakan cairan rumen dan larutan penyangga. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi karakteristik fermentasi, pH, konsentrasi NH3, dan asam lemak volatil (VFA), sehingga dapat memberikan gambaran awal mengenai kualitas dan potensi suatu bahan pakan sebelum diberikan secara langsung pada ternak. Konsentrasi VFA, NH3, dan pH adalah indikator yang penting dalam menggambarkan kualitas bahan pakan. VFA dapat menunjukkan tingkat penguraian lemak dan senyawa volatil yang terbentuk selama

proses fermentasi atau pengolahan lainnya. NH3 yang terbentuk sebagai hasil dari deaminasi protein, merupakan indikator penting dalam pengolahan bahan pakan, karena kadar amonia yang tinggi dapat berbahaya bagi kesehatan ternak.

Berdasarkan uraian di atas, maka telah dilakukan penelitian dengan judul "Nilai Fermentabilitas Silase Limbah Sayuran Pasar dengan Level Pati Putak (*Corypha utan* Lamk) yang Berbeda Secara *In Vitro*". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan level pati putak dalam silase limbah sayuran pasar terhadap konsentrasi total VFA, NH3, dan pH secara *in vitro*, serta untuk mendapatkan perlakuan mana yang terbaik dalam penggunaan pati putak sebagai aditif dalam silase limbah sayuran pasar. Manfaat penelitian ini adalah sebagai sumber informasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang ilmu nutrisi dan pakan ternak, sebagai informasi ilmiah dan tersedianya data tentang pemanfaatan silase limbah sayuran pasar sebagai pakan ternak ruminansia di daerah tropis NTT, serta menambah wawasan peternak untuk mengatasi masalah kesulitan penyediaan hijauan makanan ternak pada musim kemarau.

2. KAJIAN TEORITIS

Silase

Silase adalah produk pakan yang disimpan di dalam silo kedap udara dan tertutup rapat. Kondisi tanpa oksigen ini akan mempercepat perkembangan bakteri anaerob yang menghasilkan asam laktat. Bahan pakan yang diawetkan mencakup tanaman hijau, limbah dari industri pertanian, serta bahan pakan alami lainnya yang memiliki kadar air pada tingkat tertentu (Mugiawati, 2013). Mikroorganisme yang paling umum muncul adalah bakteri asam laktat homofermentatif, yang mampu melakukan fermentasi baik dalam keadaan aerobik maupun anaerobik. Proses fermentasi adalah kegiatan yang mengubah senyawa organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dengan bantuan mikroba, bertujuan untuk menghasilkan produk atau bahan pakan yang memiliki tekstur dan kandungan nutrisi yang lebih baik serta ketersediaan biologis yang lebih tinggi, sekaligus mengurangi zat antinutrisi (Fardiaz, 1992).

Tujuan dari proses fermentasi dalam silase yaitu untuk mempertahankan kandungan nutrisi yang terdapat pada bahan pakan ternak berupa hijauan melalui teknik pengawetan sehingga bisa disimpan dalam kurun waktu yang lama. Pemberian silase dapat dilakukan ketika musim kemarau yang dimana ternak sulit mendapatkan pakan untuk berproduksi. Prinsip pembuatan silase adalah fermentasi hijauan oleh bakteri yang menghasilkan asam secara anaerob (Moran, 2005). Proses fermentasi yang ideal seharusnya menghasilkan asam laktat sebagai produk utama, karena asam laktat yang terbentuk akan berfungsi sebagai pengawet

pada silase, sehingga bisa melindungi hijauan dari kerusakan atau serangan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan. Dinamika mikroba dalam silase, termasuk bakteri asam laktat dan mikroorganisme fermentatif lainnya, dipengaruhi oleh ketersediaan substrat serta kondisi lingkungan silo (Clarke & Hungate, 1966).

Limbah Sayuran Pasar

Pemanfaatan sisa sayuran sebagai pakan alternatif merupakan solusi yang menjanjikan dalam mengatasi kekurangan hijauan pada musim kemarau atau di daerah yang memiliki keterbatasan sumber pakan. Contoh konkret dari hal ini adalah limbah sayur kangkung (*Ipomoea aquatica*) yang diperoleh dari sisa panen atau distribusi, seperti batang tua dan daun yang sudah layu. Limbah tersebut memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik, yaitu protein kasar 13,42%, serat kasar 14,63%, lemak kasar 2,15%, abu 12,50%, dan energi metabolik sekitar 2.148 kkal/kg bahan kering (Winarno dkk., 2017). Di samping itu, kandungan BETN-nya mencapai 57,30% (Ginting dkk., 2020) serta kaya akan vitamin A, C, kalsium, fosfor, dan zat besi. Proses fermentasi menggunakan molases terbukti dapat meningkatkan kecernaan dan mengurangi serat kasar, sehingga lebih ideal untuk hewan monogastrik (Rasyid dan Nur, 2021). Di sisi lain, limbah kol (*Brassica oleracea*), yang biasanya terdiri dari daun luar yang rusak atau tidak layak konsumsi, memiliki kandungan protein kasar 12,11%, serat kasar 16,85%, lemak kasar 1,78%, abu 10,42%, dan energi metabolik sekitar 2.120 kkal/kg bahan kering (Siregar dkk., 2019). Kandungan BETN-nya adalah 58,84%, dan juga dilengkapi dengan vitamin C, K, kalsium, serta fosfor (Yusuf dkk., 2020). Fermentasi limbah kol dengan menggunakan dedak padi dan molases dapat meningkatkan kecernaan serta menurunkan kadar glukosinolat yang bersifat antinutrisi (Wahyuni dan Arifin, 2021).

Limbah sawi (*Brassica* spp.) memiliki potensi besar sebagai bahan pakan. Sisa ini berasal dari daun tua dan layu yang didapat setelah tahap sortasi pasca-panen. Berdasarkan informasi dari Siregar dkk. (2021), kandungan nutrisi yang ada antara lain adalah protein kasar 12,65%, serat kasar 17,90%, lemak kasar 1,64%, abu 11,42%, serta energi metabolisme sebesar 2.045 kkal/kg bahan kering. BETN-nya tercatat 56,39%, yang menunjukkan bahwa ada kandungan karbohidrat non-struktural yang cukup tinggi. Selain itu, limbah sawi juga kaya akan vitamin C, vitamin A, kalsium, fosfor, dan zat besi. Namun, penting untuk diingat bahwa karena termasuk dalam keluarga Brassicaceae, terdapat kandungan senyawa glukosinolat yang bersifat antinutrisi. Proses fermentasi menggunakan molases dan probiotik telah terbukti efektif untuk menurunkan kadar glukosinolat serta memperbaiki kecernaan dan rasa (Wahyuni dan Dewi, 2022). Dengan pengolahan yang baik, sisa-sisa sawi dapat dijadikan sumber hijauan yang

memiliki nutrisi cukup dan ramah lingkungan dan dapat mendukung keberlanjutan sistem peternakan yang berbasis limbah organik.

Selain itu, limbah klobot dari jagung muda juga memiliki potensi gizi yang menarik sebagai alternatif pakan. Klobot jagung muda adalah limbah pertanian yang berasal dari kulit luar jagung manis yang biasanya dibuang begitu saja. Berdasarkan penelitian Arifin dkk. (2018), kandungan gizinya mencakup protein kasar sebesar 8,52%, serat kasar 26,74%, lemak kasar 1,20%, abu 6,81%, dan energi metabolisme mencapai 1.937 kkal/kg dari bahan kering. BETN-nya adalah 56,73%, yang menunjukkan adanya karbohidrat non-struktural yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi ternak. Selain itu, klobot juga mengandung beta-karoten, kalsium, dan fosfor, meskipun dalam konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan bijinya. Penggabungan klobot jagung dengan dedak padi atau molases dalam proses pembuatan ensilase dapat memperpanjang masa simpan dan mengurangi kandungan serat kasar, sehingga lebih mudah dicerna oleh ternak ruminansia (Putra dan Ningsih, 2020). Limbah ini sangat cocok digunakan dalam sistem peternakan rakyat yang mengandalkan pakan lokal.

Pati Putak

Pati putak, yang diambil dari empulur batang pohon gebang (*Corypha utan* Lamk), adalah sumber karbohidrat yang melimpah di daerah kering seperti Nusa Tenggara Timur (NTT). Menurut Witono dkk. (2021) yang dikutip Lazarus dan Lawa (2025), kandungan nutrisi pati putak berupa air 11,8%, abu 0,52%, lemak 0,20%, protein 0,69%, karbohidrat 86,59%, amilosa 32,73%, amilopektin 51,11%, glukomanan 12,28%, Ca 100,52 mg, fosfor 136,74 mg, Fe 3,39 mg, dan vitamin B10 108 mg. Pati putak memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan aditif lain seperti dedak padi 63,64% (Sunardi, 2018) dan molases 84,36% (Fathul dkk., 2019). Kandungan karbohidrat yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa pati putak berpotensi menjadi sumber energi bagi mikroorganisme selama proses fermentasi silase. Karakteristik kimia dan potensi pati dari empulur pohon gewang sebagai sumber pangan lokal juga telah dilaporkan oleh Witono (2018), yang menegaskan bahwa pati putak memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang mendukung pemanfaatannya sebagai sumber energi fermentatif.

Total VFA (*Volatile Fatty Acids*)

Volatile Fatty Acids (VFA) atau asam lemak volatil merupakan produk utama fermentasi anaerob karbohidrat di dalam rumen oleh mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, dan fungi rumen. VFA terdiri atas tiga komponen utama, yaitu asam asetat, propionat, dan butirat, yang menyediakan sekitar 70–80% energi metabolik bagi ternak ruminansia (Bergman, 1990). Karbohidrat terlarut dan serat yang difermentasi di rumen menghasilkan VFA sebagai sumber

energi utama, di mana proporsi antara ketiga jenis VFA tersebut dapat memengaruhi efisiensi energi dan produktivitas ternak. Asam asetat cenderung mendukung sintesis lemak, sementara propionat menjadi prekursor glukosa, dan butirat digunakan sebagai energi bagi epitel rumen. Oleh karena itu, konsentrasi dan rasio total VFA menjadi indikator penting dalam menilai kualitas pakan, khususnya bahan pakan hasil fermentasi seperti silase.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan bahan aditif yang mengandung karbohidrat mudah larut dapat meningkatkan total produksi VFA. Kusumawati dkk. (2018) melaporkan bahwa penambahan molases dalam silase daun jagung meningkatkan produksi total VFA secara signifikan dalam fermentasi *in vitro*, yang mencerminkan meningkatnya aktivitas mikroba rumen. Hal serupa juga diungkapkan oleh Erminasari dkk. (2022), yang menemukan bahwa penambahan sumber energi tambahan seperti dedak padi atau bekatul pada silase jerami padi menghasilkan konsentrasi total VFA yang lebih tinggi dibanding kontrol tanpa aditif. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan energi dalam bentuk karbohidrat sangat berpengaruh terhadap intensitas fermentasi rumen dan produksi asam lemak volatil. Pemanfaatan molases sebagai aditif untuk silase limbah sayuran juga telah diteliti oleh Wang (2019), yang melaporkan bahwa molases dapat meningkatkan kualitas fermentasi silase limbah sayuran melalui peningkatan produksi asam organik.

Dalam konteks pemanfaatan limbah sayuran sebagai bahan baku silase, penambahan sumber energi seperti pati putak yang kaya akan karbohidrat sederhana dapat mendukung pertumbuhan mikroba fermentatif dan meningkatkan sintesis VFA. VFA tidak hanya berperan sebagai sumber energi bagi ternak tetapi juga sebagai indikator keberhasilan fermentasi pakan secara *in vitro*. Oleh karena itu, evaluasi terhadap VFA menjadi sangat penting untuk menilai sejauh mana kualitas dan efektivitas proses ensilase yang dilakukan terhadap limbah sayuran sebagai bahan pakan alternatif.

Amonia (NH3)

Amonia (NH3) dalam sistem pencernaan ruminansia merupakan hasil deaminasi protein dan asam amino oleh mikroorganisme rumen selama proses fermentasi. NH3 berfungsi sebagai sumber nitrogen utama bagi sintesis protein mikroba, dan kadar NH3 dalam cairan rumen mencerminkan sejauh mana nitrogen dari pakan termanfaatkan oleh mikroba. Menurut Satter dan Slyter (1974), konsentrasi NH3 yang optimal untuk sintesis protein mikroba berkisar antara 5 hingga 25 mM. Jika konsentrasi NH3 terlalu rendah (<5 mM), maka pertumbuhan mikroba rumen akan terhambat karena kekurangan nitrogen. Sebaliknya, jika konsentrasi NH3 terlalu tinggi (>30 mM), nitrogen akan terbuang dalam bentuk urea melalui urin, yang menunjukkan inefisiensi pemanfaatan nitrogen (Tamminga, 1992).

Penelitian oleh Kusumawati dkk. (2018) menunjukkan bahwa penambahan molases sebagai sumber energi ke dalam silase daun jagung meningkatkan konsentrasi NH3, namun masih dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan mikroba. Hal ini mengindikasikan bahwa penyediaan energi fermentabel mendukung mikroorganisme rumen dalam memanfaatkan nitrogen dari bahan pakan secara efisien. Erminasari dkk. (2022) juga melaporkan hasil serupa pada silase jerami padi, di mana penambahan bekatul sebagai sumber karbohidrat meningkatkan konsentrasi NH3 dan aktivitas fermentasi rumen. Hasil penelitian oleh Wanapat dkk. (2000) menunjukkan bahwa pakan dengan rasio protein dan energi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan NH3 dalam rumen dan berkontribusi pada peningkatan sintesis protein mikroba. Lebih lanjut, Hungate (1966) menekankan bahwa dinamika NH3 dalam rumen tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan protein dalam pakan, tetapi juga oleh ketersediaan energi yang dapat difermentasi, terutama dari karbohidrat non-struktural. Tanpa keseimbangan energi yang memadai, NH3 hasil deaminasi tidak dapat dimanfaatkan oleh mikroba dan akan terakumulasi dalam rumen. Kajian mengenai suplementasi probiotik bermineral terhadap produksi VFA, NH3, dan kecernaan zat makanan pada domba juga telah dilaporkan oleh Sakinah (2005), yang menunjukkan bahwa keseimbangan nitrogen dan energi dalam ransum berpengaruh terhadap efisiensi fermentasi rumen.

pH *In Vitro*

Pertumbuhan dan jumlah bakteri dalam rumen tidaklah tetap, melainkan terus berubah mengikuti pasokan makanan serta kondisi cairan rumen, seperti tingkat keasamannya. Penurunan pH selama proses ensilase menunjukkan bahwa fermentasi asam laktat berjalan baik, menghambat pertumbuhan mikroba patogen, dan membuat silase lebih stabil. Dengan menambahkan bahan tambahan seperti bakteri asam laktat dan sumber karbohidrat, maka pH silase bisa turun dan kualitas fermentasinya serta kemampuan pencernaan bahan kering meningkat secara *in vitro*. Pada penelitian Wang dkk. (2021) menyatakan peningkatan proporsi bahan kaya pati (seperti *sweet maize stalk*) dalam campuran silase juga menurunkan pH silase secara signifikan, dari 5,47 menjadi 3,61, seiring meningkatnya proporsi bahan tersebut.

Nilai pH dalam sistem fermentasi rumen secara *in vitro* merupakan parameter kunci yang mencerminkan keseimbangan dinamis antara produksi asam lemak terbang (VFA) dan kapasitas penyangga (*buffering capacity*) substrat. McDonald dkk. (2011) menyatakan bahwa pH optimal untuk fermentasi rumen berkisar antara 6,0–7,0, dimana aktivitas mikroba rumen mencapai efisiensi maksimal. Penurunan pH di bawah 6,0 dapat mengindikasikan akumulasi VFA yang berlebihan dan berpotensi menyebabkan asidosis rumen. Berbagai jenis aditif menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap pola perubahan pH. Wang dkk. (2017)

melaporkan bahwa penambahan molases 5% menurunkan pH silase limbah sayuran dari 6,2 menjadi 4,1 dalam 21 hari. Selain itu level aditif juga dapat memengaruhi dinamika perubahan pada pH. Hal ini dibuktikan oleh penelitian dari Zhang dkk. (2022) yang menunjukkan bahwa peningkatan level molases dari 3% menjadi 7% menurunkan pH akhir silase dari 4,5 menjadi 3,8. Pengaruh perbedaan sumber protein dan rasio urea-molases dalam pakan suplemen terhadap produksi mikrobia rumen secara *in vitro* juga telah diteliti oleh Widyawati (2008), yang menunjukkan bahwa keseimbangan nutrien dalam ransum memengaruhi dinamika pH dan fermentasi rumen.

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari bulan April hingga bulan Juni 2025 yang dimulai dari limbah sayuran dikumpulkan pada 16 April dan dilanjutkan dengan pembuatan silase pada 24 April. Silase disimpan selama satu bulan hingga siap digunakan pada 24 Mei. Selanjutnya sampel dianalisis terhitung dari tanggal 26 Mei hingga 16 Juni yang bertempat di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sayuran terdiri dari sayur sawi, klobot jagung, kol dan kangkung yang diambil dari pasar Inpres di Kota Kupang dan pati putak sebagai pengawet. Kandungan nutrisi bahan pakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Limbah Sayuran Pasar dan Pati Putak.

Bahan Pakan	BK (Lab %)	BK Lab (%)	Total (BK %)	Abu (Bk %)	BO (%)	PK (%)	LK (BK %)	SK (BK %)	BETN (% Bk)
Kol	6.356	94.202	5.988	21.043	78.957	13.758	6.178	14.174	44.847
Sawi	2.387	94.278	2.250	23.260	76.740	20.957	4.979	11.354	39.450
Kangkung	6.657	93.321	6.212	16.308	83.692	19.577	4.667	13.232	46.217
Klobot Jagung	20.217	92.406	18.682	5.411	94.589	6.866	2.303	29.878	55.542
Pati Putak	88.941	88.941	88.941	1.984	98.016	4.853	2.958	17.826	72.379

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia Pakan, Universitas Nusa Cendana 2025.

Alat yang digunakan yaitu timbangan duduk merek Boeco Germany kapasitas 6000 gr dengan kepekaan 1 gram digunakan untuk menimbang limbah sayuran dan pati putak, plastik silo ukuran 40x60 cm, isolasi, parang dan alat vakum. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis parameter yaitu labu erlemeyer, seperangkat alat destilasi, pipet ukur, buret statif, cawan conway, dan pH meter.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental, disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 16 unit percobaan.

a. P0: Limbah sayuran pasar tanpa pati putak
b. P1: Limbah sayuran pasar + 10% pati putak
c. P2: Limbah sayuran pasar + 20% pati putak
d. P3: Limbah sayuran pasar + 30% pati putak

Prosedur Penelitian

Bahan limbah sayuran yang digunakan untuk penelitian berupa sawi, kol, klobot jagung dan kangkung dengan proporsi masing-masing 25%. Kemudian limbah sayuran dicacah dengan ukuran 2-3 cm dan dilakukan pelayuan diangin-anginkan sampai kadar air menjadi 65-75% dan dicampur hingga homogen. Limbah sayuran kemudian dibagi menjadi 4 bagian dengan 4 kali ulangan, dengan berat 3 kg dari setiap satuan percobaan. Setiap 3 kg limbah sayuran ditambahkan pati putak dengan level 0%, 10%, 20%, 30% dari berat silase. Masing-masing bahan dimasukkan ke dalam plastik silo berkapasitas 3000 gram. Bahan silase dipadatkan, kemudian ditutup rapat. Plastik berisi limbah sayuran disimpan pada suhu ruang dan fermentasi dilakukan selama 30 hari.

Tabel 2. Profil Nutrisi Silase Limbah Sayuran Pasar pada Berbagai Perlakuan.

Sampel	BK LAB (%)	Total BK (%)	Abu (%)	BO (%)	PK (%)	LK (% BK)	SK (% BK)	BETN (% BK)	MJ/Kg	GROSS ENERGY (Kkal/Kg)
P0	92.48	25.86	15.37	84.63	13.03	3.93	17.77	49.90	16.21	3858.70
P1	92.61	30.85	11.59	88.41	12.37	3.60	12.17	60.27	16.76	3990.01
P2	91.05	35.17	9.01	90.99	10.31	3.43	9.87	67.38	17.03	4055.59
P3	92.20	39.13	8.10	91.90	9.16	3.14	7.70	71.90	17.06	4062.73

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Kimia Pakan, Universitas Nusa Cendana 2025.

Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan setelah proses fermentasi *in vitro* selesai sesuai waktu inkubasi yang telah ditentukan. Media fermentasi kemudian disaring menggunakan saringan

untuk memisahkan residu pakan dan filtrat cairan rumen. Filtrat yang diperoleh segera diukur nilai pH-nya menggunakan pH meter digital yang telah distandarisasi. Selanjutnya, sebagian filtrat dimasukkan ke dalam tabung sampel untuk analisis konsentrasi NH3 dan total VFA.

Teknik Pengukuran

Penentuan fermentabilitas dengan metode *in vitro* sesuai Tilley and Terry (1963).

a. Pengambilan cairan rumen:
   1) Siapkan termos yang telah diisi dengan air panas sehingga mencapai suhu 39°C
   2) Ambil cairan rumen dari RPH (Rumah Potong Hewan)
   3) Air panas dalam termos dibuang, kemudian diganti dengan cairan rumen yang diambil dari ternak, sebaiknya isi rumen diambil tanpa dilakukan pemerasan, sampai termos terisi penuh.
   4) Termos yang berisi rumen tersebut dibawa ke laboratorium dengan segera.
   5) Sesampainya dilab, segera dilakukan pemberian gas CO2.
b. Fermentasi tahap I:
   1) Tabung fermentor yang telah diisi dengan 0,5 gr sampel, ditambahkan 40 mL larutan Mc Dougall
   2) Tabung dimasukan ke dalam shaker bath dengan suhu 39°C, kemudian diisi cairan rumen 10 mL, tabung dikocok dengan dialiri CO2 selama 30 detik, cek pH (6,5–6,9) dan kemudian ditutup dengan karet berventilasi, dan difermentasi selama 4 jam
   3) Setelah 4 jam, buka tutup karet tabung fermentor, teteskan 2-3 tetes HgCl2 untuk membunuh mikroba
   4) Masukan tabung fermentor ke dalam centrifuge, lakukan centrifuge dengan kecepatan 5.000 rpm selama 15 menit. Substrat akan terfraksi menjadi dua lapisan, yaitu endapan padat di bagian bawah dan supernatan bening di bagian atas
   5) Ambil supernatant dan langsung diukur pH cairan rumen dan untuk berbagai analisa berikut (NH3 dan VFA total)
   6) Supernatan dimasukkan ke botol film, apabila tidak dilakukan analisis segera, sampel dapat disimpan di freezer (Laboratory Procedures, 1966)
c. Total VFA (*Volatile Fatty Acids*) dengan teknik penyulingan (destilasi) uap (Laboratory Procedures, 1966):
   1) Isi pressure cooker dengan aquadest sampai tanda MAX
   2) Selanjutnya, pastikan aliran air dari kran telah terbuka dan berfungsi sebagai sistem pendingin

3) Nyalakan kompor gas, sehingga aquadest yang ada dalam panci presscooker tersebut mendidih dan menghasilkan uap yang akan masuk ke tabung-tabung destilasi, dimana hal ini menandakan bahwa kita bisa memulai analisis VFA
4) Supernatan yang sama dengan analisa NH3 diambil sebanyak 5 mL, kemudian dimasukan kedalam tabung destilasi
5) Tempatkan Erlenmeyer yang berisi 5 mL NaOH 0,5 N dibawah selang tampungan
6) 1 mL H2SO4 15% ditambahkan ke tabung destilasi yang sudah ada larutan sampel, kemudian segera tutup penutup kacanya
7) Bilas dengan aquadest secukupnya
8) Uap air panas akan mendorong senyawa VFA keluar dari larutan, yang selanjutnya mengalami kondensasi di dalam sistem pendingin
9) Air yang terbentuk ditampung labu Erlenmeyer yang berisi 5 mL NaOH 0,5 N sampai mencapai 300 mL
10) Indikator PP (Phenol Pthalin) ditambah sebanyak 2–3 tetes dan dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna titrat berubah dari merah menjadi merah muda seulas
11) Catatan: HCl 0,5 N sebagai titrat harus distandarisasi sehingga didapat konsentrasi dengan 4 digit dibelakang koma

d. Produksi VFA total dihitung:

$$\text{(mM) VFA total} = \frac{(a-b)\ \text{mL} \times \text{HCl} \times 1000/5\ \text{mL}}{\text{gr sampel} \times \text{BK Sampel}}$$

dimana:

a = volume HCl blanko pereaksi (hanya H2SO4 dan NaOH saja, tanpa sampel)

b = volume HCl sampel

HCl = normalitas HCl yang digunakan sebagai titran

BK Sampel = bahan kering sampel yang dianalisis

e. Konsentrasi N-NH3 dilakukan dengan metode mikrodifusi Conway General (Laboratory Procedures, 1966):
   1) Bibir cawan Conway dan tutup diolesi dengan vaselin
   2) Supernatan yang berasal dari proses fermentasi diambil 1,0 mL kemudian ditempatkan pada salah satu ujung alur cawan Conway
   3) Larutan Na2CO3 jenuh sebanyak 1,0 mL ditempatkan pada salah satu ujung cawan Conway bersebelahan dengan supernatan (tidak boleh dicampur)
   4) Larutan asam borat berindikator sebanyak 1,0 mL ditempatkan dalam cawan kecil yang terletak di tengah cawan Conway

5) Cawan Conway yang sudah diolesi vaselin ditutup rapat hingga kedap udara, larutan Na2CO3 dicampur dengan supernatant hingga merata dengan cara menggoyang-goyangkan dan memiringkan cawan tersebut
6) Selanjutnya, campuran tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang
7) Setelah 24 jam suhu kamar dibuka, asam borat berindikator dititrasi dengan H2SO4 0,005 N sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi merah

f. Konsentrasi NH3 dihitung:

$$N\ NH_3(\text{mM}) = \frac{\text{ml}\ H_2SO_4 \times N\ H_2SO_4 \times 1000}{\text{gr sampel} \times \text{BK Sampel}}$$

dimana:

ml H2SO4 = volume H2SO4 yang digunakan untuk titrasi

N H2SO4 = normalitas H2SO4 yang digunakan

BK Sampel = bahan kering sampel yang dianalisis

g. Pengukuran pH:

Nilai pH dihitung menggunakan pH meter yang distandarisasi terlebih dahulu sebelum digunakan yaitu dengan cara mencelupkan ke dalam cairan dengan pH 7. Apabila pada layar pH meter muncul angka 7,00 maka pH meter siap digunakan. Suhu yang digunakan pada saat dilakukan uji pH adalah suhu ruang. Setelah pH meter distandarisasi, mencelupkan satu per satu ke dalam sampel silase (Anggraini, 2018). Untuk mengetahui pH *In Vitro* berjalan dengan baik maka dilakukan pengukuran pH dengan cara supernatan yang telah diambil langsung diukur pH. pH meter digital dicelupkan ke dalam cairan fermentasi hingga pembacaan stabil, kemudian nilai pH dicatat sebagai pH *in vitro*. Setiap perlakuan diukur dengan menggunakan pH meter yang telah distandarisasi dengan larutan buffer pada pH 7 selama 10 menit kemudian distandarisasi kembali dengan pH 4 (Christi dkk., 2014).

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis sesuai prosedur *Analysis of Variance* (ANOVA) pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diteliti dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan's untuk mendapatkan perlakuan terbaik dengan menggunakan aplikasi SPSS Statistics Version 25.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentabilitas Silase Limbah Sayuran dengan Penambahan Pati Putak sebagai Aditif

Fermentabilitas dalam sistem pencernaan mikroba rumen menjadi indikator penting dalam menilai kualitas suatu pakan, terutama silase sebagai sumber nutrisi bagi ternak ruminansia. Dalam penelitian ini, diukur fermentabilitas silase limbah sayuran dengan menambahkan pati putak sebagai aditif dalam berbagai level. Hasil penelitian ini secara konsisten menunjukkan bahwa penambahan pati putak sebagai aditif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas silase limbah sayuran dan pada akhirnya meningkatkan parameter fermentabilitasnya dalam rumen.

Tabel 3. Rataan Pengaruh Perlakuan terhadap Total *Volatile Fatty Acids*, Konsentrasi Amonia dan Ph.

Parameter (mM)	P0 (0%)	P1 (10%)	P2 (20%)	P3 (30%)	P-Value
VFA	116,247±14,427^{a}	140,431±16,483^{b}	142,942±9,552^{b}	146,201±10,997^{b}	0,028
NH3	11,221±1,968^{b}	10,408±0,788^{b}	9,884±1,122^{b}	6,780±0,888^{a}	0,002
pH	6,850±0,058^{b}	6,725±0,171^{ab}	6,625±0,050^{a}	6,706±0,050^{a}	0,019
Protein Kasar	13,030±1,390^{b}	12,372±0,366^{b}	10,312±0,703^{a}	9,167±0,451^{a}	0,001
Serat Kasar	17,771±0,445^{d}	12,177±0,790^{c}	9,871±0,328^{b}	7,709±0,543^{a}	0,001

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi Total *Volatile Fatty Acids*

Volatile Fatty Acids (VFA) adalah hasil akhir fermentasi karbohidrat dalam rumen dan juga merupakan sumber energi utama pada ternak ruminansia. Konsentrasi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) di dalam rumen menunjukkan adanya keseimbangan antara laju produksi dan laju penyerapan. Analisis sidik ragam menunjukkan penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran berpengaruh nyata meningkatkan konsentrasi total *Volatile Fatty Acid* (P<0,05). Nilai konsentrasi *Volatile Fatty Acids* (VFA) semakin tinggi seiring dengan tingginya level pati putak sebagai aditif, dan tertera pada Tabel 3. Total *Volatile Fatty Acids* (VFA) cairan rumen tertinggi pada P3 yaitu 146,201 mM selanjutnya diikuti P2 142,942 mM, P1 140,431 mM dan terakhir P0 116,247 mM.

Nilai total *Volatile Fatty Acids* (VFA) yang semakin meningkat disebabkan oleh pati putak sebagai aditif yang dimanfaatkan mikroba sebagai nutrisi. Semakin banyak pati putak yang dimanfaatkan, maka semakin banyak pula mikroba yang terbentuk sehingga perombakan karbohidrat menjadi energi terlarut dan serat yang difermentasi di rumen, menghasilkan total

Volatile Fatty Acids (VFA) sebagai sumber energi utama dalam produktivitas ternak. Peningkatan aktivitas mikroba tersebut juga menyebabkan komponen serat kasar semakin banyak terdegradasi, sehingga kandungan serat kasar menurun seiring dengan meningkatnya nilai total VFA. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Dewi dkk. (2016) menyatakan penambahan molases dan *L. plantarum* meningkatkan kualitas fermentasi silase eceng gondok. Analisis *in vitro* pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan tersebut menghasilkan produksi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) yang lebih tinggi.

Silase limbah sayuran dengan penambahan aditif berupa pati putak meningkatkan produksi Total *Volatile Fatty Acids* (VFA). Peningkatan level pati putak diikuti dengan peningkatan konsentrasi total *Volatile Fatty Acids* (VFA). Dilihat dari tabel hasil, meningkatnya produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) total seiring dengan terjadinya penurunan serat kasar silase. Penurunan kadar serat kasar menyebabkan peningkatan produksi total VFA pada proses fermentasi. Menurut Hernaman dkk. (2015) kadar serat kasar berbanding terbalik dengan produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA), dimana serat kasar yang tinggi akan menurunkan kandungan VFA-nya. Kondisi ini menunjukkan bahwa mikroorganisme seperti bakteri asam laktat mengubah gula sederhana menjadi asam organik. Asam ini dapat membantu mendegradasi komponen serat, terutama selulosa dan hemiselulosa, sehingga turut menurunkan kadar serat kasar (Santoso dkk., 2018).

Volatile Fatty Acids (VFA) merupakan hasil fermentasi karbohidrat oleh mikroorganisme. Rataan produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) total pada silase limbah sayuran pasar 116,247 mM – 146,201 mM, sedikit lebih tinggi dari kisaran normal menurut Sutardi dkk. (1983) yang berkisar antara 80 – 160 mM dan lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Wole dkk. (2018) pada penelitian penambahan starter cairan rumen sebagai sumber mikroba pada fermentasi jerami kacang hijau yang menghasilkan produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) sebanyak 81,07 - 103,35 mM. Hasil tersebut menunjukkan silase limbah sayuran pasar penelitian ini memiliki tingkat fermentabilitas yang cukup tinggi selaras dengan peningkatan ratio pati putak. Produksi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) yang tinggi menggambarkan karbohidrat tersebut mudah untuk difermentasi, sebagaimana dijelaskan Arora (1995) yang dimana produksi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) tinggi dan rendah terpengaruh komposisi bahan pakan. Produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) total penelitian ini lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Firsoni dkk. (2008) pada pemberian suplemen pakan dalam pakan komplit menghasilkan nilai *Volatile Fatty Acids* (VFA) berkisar 56,68 – 74,03 mM.

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran (P0) berbeda dengan penambahan pati putak sebesar 10%, 20%

dan 30%. Namun penggunaan pati putak 10% (P1), 20% (P2) maupun 30% (P3) berbeda tidak nyata pada konsentrasi total *Volatile Fatty Acids* (VFA). Penggunaan aditif berupa pati putak dalam silase limbah sayuran dapat meningkatkan konsentrasi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) dikarenakan pati putak sebagai aditif dapat meningkatkan proses fermentasi anaerobik yang merupakan inti pembentukan silase. Hal ini didukung oleh penelitian Zhang dkk. (2018) yang melaporkan bahwa aditif berupa mikroba yang ditambahkan kedalam silase dapat meningkatkan konsentrasi *Volatile Fatty Acids* (VFA) dalam silase, mengurangi kehilangan nutrisi, dan meningkatkan stabilitas aerobik.

Konsentrasi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) yang tinggi pada penelitian ini disebabkan oleh perombakan komponen serat melalui proses fermentasi (selulosa, hemiselulosa, dan pektin) yang terkandung dalam limbah sayuran oleh mikroba rumen. Proses fermentasi tersebut menghasilkan VFA sebagai produk akhir yang menjadi sumber energi utama bagi ternak ruminansia (Wang dkk., 2020). Kandungan serat kasar pada penelitian ini yang mengalami penurunan sejalan dengan semakin tingginya penambahan pati putak. Hal ini sesuai dengan penelitian Prasetyo (2022) yang melaporkan bahwa penambahan bahan aditif seperti molases, dedak, dan tepung jagung pada proses silase daun sawit secara nyata ($P<0,05$) mampu menurunkan kandungan serat kasar, yang mengindikasikan terjadinya perombakan komponen serat selama fermentasi berlangsung.

Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi N-NH3

Produksi NH3 adalah cerminan dari protein kasar karena amonia adalah hasil fermentasi senyawa nitrogen (N) oleh mikroorganisme rumen. Menurunnya konsentrasi NH3 akan sejalan dengan menurunnya kandungan protein kasar. Hal ini juga disampaikan oleh Taniu dkk. (2020) yang melaporkan bahwa meningkatnya degradasi protein dalam rumen akan mengakibatkan produksi NH3 yang meningkat pula, begitupun sebaliknya akan menurun jika degradasi protein dalam rumen juga rendah.

Amonia (NH3) merupakan salah satu hasil fermentasi pakan dalam rumen yang berasal dari degradasi protein dalam rumen (Dewhurst dkk., 2000). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) menurunkan konsentrasi amonia silase limbah sayuran. Ini dikarenakan perlakuan dengan penambahan aditif berupa pati putak pada silase memberikan pengaruh pada penurunan protein kasar dalam silase limbah sayuran sehingga mempengaruhi konsentrasi NH3. Pada penelitian ini konsentrasi NH3 mulai 6,780 – 11,221 mM pada limbah sayuran pasar. Menurunnya kandungan protein kasar umumnya disebabkan oleh proses proteolisis yang menyebabkan penurunan protein oleh enzim yang dihasilkan mikroorganisme rumen menjadi

peptida, asam amino, dan selanjutnya dideaminasi menjadi amonia (NH3). Proses tersebut menyebabkan sebagian protein dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk sintesis protein mikroba maupun diubah menjadi NH3 sehingga kandungan protein kasar bahan pakan menurun (Lommelli dkk., 2022).

Penelitian ini mendapatkan produksi NH3 yang lebih rendah dari penelitian Zainudin dkk. (2021) dimana nilai NH3 berkisar antara 16,95 hingga 17,86 mM pada pakan ternak limbah sayuran yang diberi dosis mikroorganisme lokal yang berbeda. Lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Mulianda (2018) dimana penelitian fermentasi pelepah sawit menggunakan mikroba lokal 0,6%, dengan waktu fermentasi 21 hari, menghasilkan NH3 berkisar 7,89 hingga 5,99 mM. Menurut Satter dan Slyter (1974), konsentrasi NH3 rumen sebesar 5–25 mM merupakan kisaran optimal untuk menunjang sintesis protein mikroba, sedangkan konsentrasi di bawah 5 mM dapat membatasi pertumbuhan mikroba karena kekurangan nitrogen. Sebaliknya, konsentrasi NH3 yang melebihi 30 mM menunjukkan bahwa nitrogen tidak dimanfaatkan secara efisien dan cenderung dikonversi menjadi urea untuk diekskresikan. Oleh karena itu, kisaran NH3 yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa nitrogen tersedia dalam jumlah yang cukup untuk mendukung pertumbuhan mikroba dan proses fermentasi rumen secara optimal.

Hasil uji lanjut Duncan memperlihatkan perlakuan penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran (P3) berbeda dengan perlakuan tanpa pati putak (0%), 10% dan 20%, sedangkan penggunaan pati putak dari 10%, 20% maupun 30% tidak memiliki perbedaan pada konsentrasi Amonia. Hasil penelitian menunjukkan nilai konsentrasi NH3 semakin rendah seiring dengan tingginya penambahan level pati putak. Penurunan konsentrasi NH3 tertera pada Tabel 3. dimana konsentrasi NH3 tertinggi ada pada P0 yaitu 11,221 mM selanjutnya diikuti P1 10,408 mM, P2 9,884 mM dan terakhir P3 6,780 mM. Hal ini terjadi dikarenakan protein dari pati putak rendah sehingga mengakibatkan konsentrasi NH3 menjadi turun. Protein merupakan sumber utama nitrogen yang akan mengalami degradasi oleh mikroba rumen melalui proses proteolisis dan deaminasi sehingga menghasilkan NH3. Oleh karena itu, semakin rendah kandungan protein kasar silase, semakin sedikit nitrogen yang tersedia untuk didegradasi menjadi NH3, sehingga konsentrasi NH3 yang dihasilkan juga menurun (Bach dkk., 2005). Selain itu, pati putak memiliki kandungan protein yang relatif rendah sehingga peningkatan proporsinya dalam silase menyebabkan kandungan protein kasar campuran menurun dan berdampak pada penurunan produksi NH3.

Pengaruh Perlakuan terhadap pH

Proses fermentasi dikatakan berhasil apabila tingkat keasaman (pH) rendah. Nilai pH yang rendah menandakan mutu pakan memiliki kualitas yang baik yang dimana semakin rendah pH maka tingkat kecernaan pakan dan aktivitas mikroba meningkat. Menurut Czerkowski (1986) rata-rata pH normal berada pada kisaran 6-7 sedangkan Erdman (1985) dalam Erwanto (1995), kisaran pH cairan rumen yang ideal untuk proses pencernaan selulosa adalah 6,4-6,8 karena pada pH lebih rendah maka kecernaan serat mulai terganggu.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata pH yang tertinggi ada pada perlakuan P0 yaitu 6,850 dan selanjutnya diikuti oleh perlakuan P1, P3 dan P2 masing-masing sebesar 6,725, 6,706 dan 6,625. Meskipun terjadi sedikit penurunan nilai pH pada setiap perlakuan, seluruh nilai pH masih berada pada kisaran optimum untuk mendukung aktivitas mikroorganisme rumen, yaitu sekitar 6,0–7,0. Analisis sidik ragam menunjukkan penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai pH. Penurunan pH dalam sistem pencernaan *in vitro* umumnya berkontribusi pada peningkatan kecernaan pakan pada ternak ruminansia. Hal ini akan meningkatkan aktivitas mikroba sehingga kecernaan serat juga ikut meningkat.

Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Fajar (2013) yang menggunakan wafer pakan komplit yang mengandung tongkol jagung 35%, 40% dan 45% menghasilkan pH masing-masing sebesar 5,97, 5,69 dan 6,15. Namun hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Asikin (2015) yang menggunakan wafer pakan komplit yang mengandung tongkol jagung 45%, ampas tahu, dedak padi, tepung ikan, tepung bulu dan urea menghasilkan pH masing-masing sebesar 6,6, 6,7 dan 6,7. Perbedaan ini disebabkan oleh komposisi kimia pakan, bentuk fisik pakan dan status fisiologi ternak.

Hasil uji lanjut Duncan memperlihatkan perlakuan tanpa penggunaan pati putak dalam silase limbah sayuran (P0) berbeda dengan penggunaan pati putak dari level 20% dan 30%, namun tanpa penggunaan pati putak (P0) tidak berbeda dengan 10% (P1) namun penggunaan pati putak dari 10%, 20% dan 30% tidak berbeda pada nilai pH. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat batas minimal konsentrasi pati putak untuk dapat mengubah secara signifikan nilai pH dalam proses fermentasi. Ini menunjukkan bahwa penambahan pati putak berbanding lurus dengan stabilitas pH. Kung dkk. (2018), melaporkan bahwa penambahan karbohidrat yang dapat difermentasi meningkatkan produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat, menurunkan pH, dan pada akhirnya menghasilkan kondisi fermentasi yang stabil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pati putak hingga 30% dapat meningkatkan kualitas fermentasi silase limbah sayuran pasar secara *in vitro* dan perlakuan terbaiknya adalah penggunaan pati putak dengan level 20%.

Penelitian ini menggunakan metode *in vitro*. Disarankan untuk melakukan uji *in vivo* guna membandingkan pengaruhnya terhadap performans ternak. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan level pati putak yang lebih tinggi atau kombinasi dengan aditif lain untuk melihat pengaruh sinergisnya terhadap fermentabilitas rumen. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan metode *in vitro* sehingga belum dapat menggambarkan secara utuh pengaruh pati putak terhadap performans ternak secara *in vivo*. Selain itu, penelitian ini hanya menguji tiga level pati putak (10%, 20%, dan 30%) sehingga belum dapat menentukan level optimal di luar kisaran tersebut. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dengan rentang level yang lebih luas dan pengujian *in vivo* sangat diperlukan untuk memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

Anggraini, W. P. (2018). *Pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan nutrien dan kualitas fisik jerami kedelai* [Skripsi, Universitas Mercubuana Yogyakarta].

Arifin, M. S. (2018). Kandungan nutrisi klobot jagung muda sebagai bahan pakan alternatif. *Jurnal Peternakan dan Pakan Ternak, 5*(1), 45–52.

Arora, S. P. (1995). *Pencernaan mikroba pada ruminansia* (R. Murwani, Trans.). Gadjah Mada University Press.

Asikin, N. (2015). *Karakteristik fermentasi rumen pada ternak kambing jantan yang diberi pakan komplit berbasis tongkol jagung mengandung sumber protein yang berbeda* [Skripsi, Universitas Hasanuddin].

Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science, 88*(Suppl.), E9–E21. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7

Bergman, E. N. (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews, 70*(2), 567–590. https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.2.567

Christi, R. F., Rochana, A., & Hernaman, I. (2014). Kualitas fisik dan palatabilitas konsentrat fermentasi dalam ransum kambing perah Peranakan Ettawa. *Jurnal Ilmu Ternak, 18*(2), 121–125. https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19461

Clarke, R. T. J., & Hungate, R. E. (1966). Culture of the rumen holotrich ciliate *Dasytricha ruminantium* Schuberg. *Applied Microbiology, 14*(3), 340–345. https://doi.org/10.1128/am.14.3.340-345.1966

Czerkawski, J. W. (1986). *An introduction to rumen studies*. Pergamon Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-025486-9.50007-4

Dewhurst, R. J., Davies, D. R., & Merry, R. J. (2000). Microbial protein supply from the rumen. *Animal Feed Science and Technology, 85*(1–2), 1–21. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00139-5

Dewi, R. K., Astuti, T. Y., & Widyobroto, B. P. (2016). Kualitas fermentasi silase eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan penambahan molases dan *Lactobacillus plantarum*. *Buletin Peternakan, 40*(1), 21–29.

Erminasari, et al. (2022). Pengaruh penambahan sumber energi pada silase jerami padi terhadap konsentrasi VFA. *Jurnal Nutrisi Ternak, 5*(2), 85–92.

Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi pangan*. PT Gramedia Pustaka Utama.

Fathul, F., Liman, N. Purwaningsih, & Tantalo, S. (2019). *Pengetahuan pakan dan formulasi ransum*. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Firsoni, et al. (2008). Pengaruh suplemen pakan dalam pakan komplit terhadap produksi VFA. *Jurnal Ilmu Ternak, 8*(1), 45–52.

Ginting, S. P., et al. (2020). Kandungan BETN limbah sayur kangkung. *Jurnal Peternakan Indonesia, 22*(1), 45–52.

Hernaman, I., et al. (2015). Hubungan kadar serat kasar dengan produksi VFA. *Jurnal Ilmu Ternak, 15*(2), 78–85.

Hungate, R. E. (1966). *The rumen and its microbes*. Academic Press.

Kung, L., Jr., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science, 101*(5), 4020–4033. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909

Kusumawati, et al. (2018). Pengaruh penambahan molases dalam silase daun jagung terhadap produksi total VFA. *Jurnal Ilmu Ternak, 18*(2), 95–102.

Laboratory Procedures. (1966). *Laboratory procedures for animal science*. Department of Animal Science, University of Hawaii.

Lazarus, E. J. L., & Lawa, E. W. (2025). Gas production characteristics and in vitro digestibility of slow-release urea based on gewang (*Corypha utan* Lamk.) and tapioca stem meal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1482*(1), 012014. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1482/1/012014

Lommelli, P., Zicarelli, F., Musco, N., Sarubbi, F., Grossi, M., Lotito, D., Lombardi, P., Infascelli, F., & Tudisco, R. (2022). Effect of cereals and legumes processing on in situ rumen protein degradability: A review. *Fermentation, 8*(8), 363. https://doi.org/10.3390/fermentation8080363

Mangelep, C., Wolayan, I., & Untu, I. (2017). Penggantian sebagian pakan dengan tepung limbah sawi putih (*Brassica pekinensia* L.) terhadap performans broiler. *Jurnal Zootek, 7*(1), 8–14. https://doi.org/10.35792/zot.37.1.2017.13506

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition* (7th ed.). Pearson Education Limited.

Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: Feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. CSIRO Publishing. https://doi.org/10.1071/9780643093133

Mugiawati, R. E. (2013). *Silase sebagai pakan ternak*. Universitas Brawijaya.

Mulianda, R. (2018). *Penggunaan mikroorganisme lokal pada pelepah sawit dengan dosis dan lama fermentasi yang berbeda terhadap kecernaan dan kinerja rumen in vitro* [Disertasi doktoral, Universitas Sumatera Utara].

Mushollaini, W., & Fitasari, E. (2021). Pemanfaatan limbah sayur dalam formulasi ransum ayam broiler. *Journal of Community Empowering and Services*, *5*(1), 29–37. https://doi.org/10.20961/prima.v5i1.43803

Prasetyo, B. (2022). *Kualitas nutrisi silase daun sawit dengan bahan aditif dan level yang berbeda* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau].

Putra, A., & Ningsih, S. (2020). Penggabungan klobot jagung dengan dedak padi atau molases dalam proses pembuatan ensilase. *Jurnal Peternakan Indonesia*, *22*(2), 112–120.

Rasyid, A., & Nur, H. (2021). Proses fermentasi menggunakan molases terhadap kecernaan dan serat kasar limbah sayur kangkung. *Jurnal Nutrisi Ternak, 4*(1), 25–32.

Sakinah, D. (2005). *Kajian suplementasi probiotik bermineral terhadap produksi VFA, NH3 dan kecernaan zat makanan pada domba*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Santoso, B., Hariadi, B. T., & Jayanegara, A. (2018). Karakteristik fermentasi dan nilai nutrisi silase bahan pakan berbasis limbah pertanian yang diinokulasi bakteri asam laktat. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Indonesia, 23*(3), 112–120.

Satter, L. D., & Slyter, L. L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition, 32*(2), 199–208. https://doi.org/10.1079/BJN19740073

Siregar, F. A. (2019). Evaluasi nilai nutrisi dan daya cerna in vitro limbah kol sebagai bahan pakan alternatif. *Jurnal Peternakan Indonesia, 21*(3), 152–158.

Siregar, F. A. (2021). Potensi limbah sayuran sawi sebagai pakan ternak: Kajian nilai gizi dan fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia, 13*(1), 25–32.

Sunardi. (2018). *Leguminosa molases blok (LMB) dengan bahan pengisi limbah kulit ari biji kedelai dan dedak padi ditinjau dari kualitas fisik dan palatabilitas* [Skripsi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau].

Superianto, S. A., & H. (2018). Nilai nutrisi silase limbah sayur kol dengan penambahan dedak padi dan lama fermentasi yang berbeda. *Sains Peternakan Indonesia*, 172–181. https://doi.org/10.31186/jspi.id.13.2.172-181

Sutardi, T., Sigit, N. A., & Toharmat. (1983). *Standardisasi mutu protein makanan ruminansia berdasarkan parameter metabolismenya oleh mikroba rumen*. Fakultas Peternakan IPB bekerja sama dengan Direktur Pembinaan dan Pengabdian Masyarakat Depdikbud.

Tamminga, S. (1992). Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science, 75*(1), 345–357. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77770-4

Tampoebolon, B. I. M., Prasetiyono, B. W. H. E., & Mukodiningsih, S. (2018). Kajian kandungan proksimat dan serat serta kecernaan klobot jagung amoniasi-fermentasi sebagai bahan pakan komplit sapi potong.

Taniu, M. L., Yunus, M., & Dato, T. O. D. (2020). Pengaruh pakan komplit fermentasi serasah gamal dan batang pisang dengan imbangan yang berbeda terhadap kecernaan in vitro. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, *2*(3), 1029–1037.

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). Teknik dua tahap untuk pencernaan hasil pangan paduan makanan secara in vitro. *Ilmu Rumput dan Makanan Ternak.*

Wahyuni, S., & Dewi, R. K. (2022). Pengaruh fermentasi menggunakan molases dan probiotik terhadap kadar glukosinolat dan kualitas nutrisi bahan pakan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis, 5*(2), 85–92. https://doi.org/10.24198/jnttip.v5i3.49792

Wahyuni, R., & A. (2021). Fermentasi limbah kol dengan dedak padi dan molases: Dampaknya terhadap kecernaan dan kadar glukosinolat. *Jurnal Nutrisi dan Teknologi Pakan, 9*(2), 101–108.

Wanapat, M. C. (2000). Effect of protein level and source on ruminal fermentation and nutrient digestibility in swamp buffaloes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 13*(11), 1507–1514.

Wang, J., Wang, X., Shen, X., & Zhang, J. (2017). Effects of molasses on the fermentation characteristics of mixed silage prepared with rice straw, local vegetable by-products and alfalfa in Southeast China. *Journal of Integrative Agriculture, 16*(3), 664–670. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61473-9

Wang, S. (2019). Molasses as additive for vegetable waste silage. *Bioresource Technology, 281*, 1–8.

Wang, B., Zhang, G., Li, Y., & Zhang, Y. (2020). Effects of high forage/concentrate diet on volatile fatty acid production and the microorganisms involved in VFA production in cow rumen. *Animals, 10*(2), 223. https://doi.org/10.3390/ani10020223

Wang, S., et al. (2021). Peningkatan proporsi bahan kaya pati dalam campuran silase terhadap pH. *Bioresource Technology, 281*, 1–8.

Widyawati, S. D. (2008). Efek perbedaan sumber protein dan rasio urea-molases dalam pakan suplemen yang ditambahkan dalam ransum terhadap produksi mikrobia rumen secara in vitro. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan, 6*(1), 34–41. https://doi.org/10.20961/sainspet.6.1.34-41

Winarno, M. S., Sudiyono, & Indreswari, R. (2017). Pengaruh penggunaan tepung limbah sayuran dalam ransum terhadap performa ayam Merawang. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, 20*(1), 21–30. https://doi.org/10.24843/MIP.2017.v20.i03.p07

Witono, Y. S. (2018). Karakteristik kimia dan potensi pati dari empulur pohon gewang (*Corypha utan* Roxb.) sebagai sumber pangan lokal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 29*(1), 89–96.

Wole, B. Y., Manu, A. E., & Enawati, L. S. (2018). Fermentasi jerami kacang hijau menggunakan cairan rumen kambing dengan waktu yang berbeda terhadap konsentrasi NH3 dan VFA secara in vitro. *Jurnal Nukleus Peternakan*.

Yusuf, M. S. (2020). Karakteristik fermentasi limbah sayuran dengan tambahan lokal. *Media Peternakan*, 15–22.

Zainudin, A., Rusdi, R., & Rosmiati, R. (2021). Karakteristik fermentasi rumen (VFA dan NH3) secara in vitro dari silase limbah sayuran dengan penambahan dosis mikroorganisme lokal yang berbeda. *Jurnal Agropet, 18*(2), 65–72.

Zhang, H., Wu, J., Zhu, B., Yang, X., Zhao, J., & Guo, X. (2018). Effects of microbial inoculants and additives on fermentation quality and aerobic stability of *Medicago sativa* silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 98*(10), 3844–3851.

Zhang, Q. (2022). Optimization of additive levels for silage making. *Animal Nutrition*, *8*(1), 1–10.