

PENGARUH PENGGUNAAN PATI PUTAK (*Corypha utan Lamk*) SEBAGAI ADITIF TERHADAP KUALITAS FISIK SILASE LIMBAH SAYURAN PASAR

Bendelina Tasik Ma'dika Allo Tiboyong*, Edwin J.L. Lazarus,
Emma D. Wie Lawa, Imanuel Benu

Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana

*Corresponding E-mail: bendelinatiboyong@gmail.com

(diajukan: 08-04-2026; diterima: 06-08-2026; diterbitkan: 08-08-2026)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan pati putak sebagai aditif terhadap kualitas fisik silase limbah sayuran pasar. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan, yaitu P0 (0%), P1 (10%), P2 (20%), dan P3 (30%) pati putak. Parameter yang diamati meliputi pH, warna, tekstur, aroma, dan keberadaan jamur. Data pH dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan uji Duncan, sedangkan data organoleptik dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis lalu dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pati putak berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH, di mana P0 memiliki nilai pH tertinggi (4,875), sedangkan P2 dan P3 menunjukkan nilai pH terendah (4,125). Parameter warna, tekstur, aroma, dan keberadaan jamur juga menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Seluruh perlakuan menunjukkan skor tinggi ($\geq 3,92$) yang mengindikasikan silase dalam kondisi baik dan hampir tidak ditemukan pertumbuhan jamur. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pati putak pada level 20 % terbukti mampu meningkatkan kualitas fisik silase limbah sayuran pasar, terutama dalam menurunkan pH serta memperbaiki warna dan tekstur.

Kata Kunci: kualitas fisik, limbah sayuran, pati putak, silase

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of using putak starch as an additive on the physical quality of market vegetable waste silage. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications: P0 (0%), P1 (10%), P2 (20%), and P3 (30%) of putak starch. The observed parameters included pH, color, texture, aroma, and mold presence. pH data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's test, while organoleptic data were analyzed using the Kruskal–Wallis test followed by the Mann–Whitney test. The results showed that the use of putak starch had a highly significant effect ($P < 0.01$) on pH values, where P0 had the highest pH (4.875), while P2 and P3 had the lowest pH values (4.125). Color, texture, aroma, and mold presence also showed significant differences among treatments ($P < 0.05$). All treatments showed high scores (≥ 3.92), indicating good silage quality with minimal mold presence. In conclusion, the use of putak starch at levels of 20 % was proven to improve the physical quality of market vegetable waste silage, particularly in reducing pH and improving color and texture.

Keywords: physical quality, putak starch, silage, vegetable waste

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan ternak merupakan faktor penting dalam mendukung produktivitas usaha peternakan, khususnya di wilayah tropis seperti Nusa Tenggara Timur (NTT). Salah satu kendala utama yang dihadapi peternak di daerah ini adalah fluktuasi ketersediaan hijauan pakan, terutama pada musim kemarau. Menurut Bamikole dan Babayemi (2004) kesuksesan industri peternakan sangat bergantung pada kualitas dan kuantitas pakan yang tersedia untuk tujuan produksi. Kondisi tersebut menuntut pemanfaatan sumber pakan alternatif yang mudah

diperoleh, bernilai nutrisi cukup, dan dapat diawetkan dalam jangka waktu lama. Wolayan dkk. (2019) menyatakan bahwa limbah sayuran pasar merupakan limbah organik yang tersedia melimpah dan tidak bersaing dengan kebutuhan konsumsi manusia, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif. Penggunaan bahan pakan non-konvensional seringkali dapat mengurangi biaya produksi karena bahan pakan ini lebih mudah diperoleh daripada bahan konvensional lainnya. Selain itu, tingginya produksi sayuran di Kota Kupang dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan potensi ketersediaan limbah sayuran pasar yang melimpah. Data menunjukkan bahwa produksi sayuran di Kota Kupang masih tergolong cukup tinggi dalam beberapa tahun terakhir, khususnya komoditas kangkung, sawi (petsai), dan kubis. Produksi kangkung tercatat mencapai 3.188,35 kuintal pada tahun 2023, sedangkan produksi sawi mencapai 2.195,40 kuintal dan kubis sebesar 134,70 kuintal pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik Kota Kupang, 2024). Tingginya produksi tersebut berpotensi menghasilkan limbah sayuran dalam jumlah yang melimpah, terutama dari proses sortasi, distribusi, dan sisa penjualan di pasar tradisional. Namun, bahan tersebut memiliki kadar air tinggi dan mudah mengalami kerusakan sehingga memerlukan proses pengawetan, salah satunya melalui teknik fermentasi.

Ensilase merupakan metode pengawetan pakan secara anaerob yang bertujuan mempertahankan kualitas nutrisi dan memperpanjang masa simpan bahan pakan dan dapat menjadi alternatif pengganti limbah produksi sampingan pertanian untuk digunakan sebagai pakan (Makkar dan Anders, 2014). Keberhasilan proses ensilase sangat dipengaruhi oleh ketersediaan karbohidrat terfermentasi yang menjadi substrat bagi bakteri asam laktat dalam menurunkan pH silase secara cepat. Oleh karena itu, penambahan bahan aditif menjadi salah satu langkah penting untuk mendukung keberhasilan fermentasi.

Berbagai bahan aditif seperti dedak padi dan pollard (hasil samping penggilingan gandum) umum digunakan sebagai sumber karbohidrat dalam ensilase. Namun, kedua bahan tersebut memiliki kandungan serat kasar yang relatif lebih tinggi sehingga ketersediaan karbohidrat mudah difermentasi bagi bakteri asam laktat menjadi lebih terbatas (Felly dan Kardaya, 2017). Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan aditif yang memiliki kandungan karbohidrat mudah difermentasi. Salah satu bahan lokal yang berpotensi digunakan adalah pati putak (*Corypha utan Lamk.*) yang kaya akan karbohidrat non-struktural sehingga dapat mendukung proses fermentasi.

Menurut Lazarus dan Wie Lawa (2025) putak merupakan empulur batang pohon gewang (*Corypha utan Lamk.*) yang mengandung karbohidrat tinggi dan berpotensi sebagai sumber energi dalam formulasi pakan ruminansia. Putak dilaporkan memiliki kandungan karbohidrat total sekitar 80–90% bahan kering, sehingga berpotensi sebagai sumber karbohidrat mudah difermentasi dalam proses ensilase. Secara umum, putak (*Corypha utan Lamk*) diolah menjadi tepung maupun pati yang keduanya memiliki densitas energi cukup tinggi (Koni dkk., 2020). Namun, literatur ilmiah yang membahas pemanfaatan pati putak sebagai aditif ensilase masih relative terbatas dibandingkan penggunaan tepung putak. Beberapa studi terdahulu telah melaporkan keberhasilan penggunaan tepung putak sebagai sumber karbohidrat fermentabel (WSC) untuk meningkatkan kualitas silase, seperti pada silase isi rumen sapi (Malo dkk., 2023) dan fermentasi ampas putak (Hariyana dan Chuzaemi, 2019). Karbohidrat mudah larut berperan sebagai substrat utama bakteri asam laktat selama ensilase. Karbohidrat mudah larut (*water soluble carbohydrate*/WSC merupakan komponen penting dalam proses ensilase karena berfungsi sebagai sumber energi utama bagi bakteri asam laktat. Ketersediaan WSC yang cukup akan mempercepat pembentukan asam laktat sehingga pH silase turun lebih cepat dan stabil. Oleh karena itu, penggunaan bahan pakan lokal yang kaya pati seperti putak berpotensi meningkatkan kualitas fermentasi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan aditif komersial. Pemanfaatan pati putak sebagai aditif ensilase juga memiliki nilai strategis karena berasal dari pohon gewang (*Corypha utan Lamk.*) yang banyak tersebar di Nusa Tenggara Timur. Potensi satu pohon gewang dewasa yang mampu menghasilkan rata-rata 281 kg pati kering menunjukkan bahwa bahan baku ini berpotensi dikembangkan sebagai sumber aditif lokal dalam pembuatan silase (Lalel & Rubak, 2024). Penggunaan bahan lokal tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas fermentasi silase, tetapi juga dapat mengurangi biaya produksi pakan dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya daerah. Hingga saat ini, belum

terdapat publikasi terindeks yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas pati putak murni sebagai aditif dalam proses ensilase hijauan. Dengan demikian, penelitian mengenai penggunaan pati putak dalam proses ensilase menjadi penting sebagai upaya pengembangan teknologi pakan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan pati putak sebagai aditif terhadap kualitas fisik silase limbah sayuran pasar mencakup pH, warna, tekstur, aroma, jamur.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini berlangsung dari 17 April hingga 26 Mei 2025 yang terdiri dari masa persiapan selama dua minggu dan fermentasi selama 30 hari. Lokasi penelitian dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Program Studi Peternakan, Universitas Nusa Cendana Kupang.

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sayuran terdiri dari sayur sawi, klobot jagung, kubis dan kangkung yang diambil dari 2 pasar besar di Kota Kupang, yaitu : Pasar Inpres kuanino dan pasar Oeba serta pati putak sebagai aditif.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Limbah Sayuran Pasar dan Pati Putak

Bahan pakan	BK (Lap %)	BK Lab (%)	Total (BK %)	Abu (Bk %)	BO (%)	PK (BK %)	LK (BK %)	SK (BK %)	BETN (% BK)
Kubis	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	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

Hasil Analisis Laboratorium Kimia Pakan, Universitas Nusa Cendana (2025)

Alat yang digunakan yaitu timbangan duduk merek Boeco Germany kapasitas 6000 g dengan kepekaan 1g digunakan untuk menimbang limbah sayuran dan pati putak, plastik silo ukuran 40x60 cm dan isolasi, parang, gunting, dulang, spidol, tisu, mesin vakum, pH meter, gelas beaker ukuran 250 mL dan ukuran 500 mL, sampel container, mikro spatula, wash bottle, dan saringan kecil.

Metode

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental dengan mengamati kualitas fisik silase limbah sayuran pasar melalui uji organoleptik oleh panelis kemudian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 16 unit percobaan.

P0 :Limbah Sayuran pasar tanpa pati putak

P1: Limbah Sayuran pasar ditambah dengan 10% pati putak

P2: Limbah Sayuran pasar ditambah dengan 20% pati putak

P3: Limbah Sayuran pasar ditambah dengan 30% pati putak

Prosedur Penelitian

Bahan limbah sayuran yang digunakan untuk penelitian berupa sawi, kubis, klobot jagung dan kangkung dengan proporsi masing-masing 25%. Kemudian limbah sayuran dicacah dengan ukuran 2-3 cm dan Selanjutnya bahan diangin-anginkan selama ± 12 jam hingga mencapai kondisi layu. Setelah pelayuan, bahan ditimbang kembali untuk memperoleh bobot akhir sebagai dasar memperkirakan penurunan kadar air hingga kisaran 65–75%, kemudian seluruh bahan dicampur secara 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 limbah sayuran pasar. Masing-masing bahan dimasukkan ke dalam plastik silo. Bahan silase

dipadatkan, kemudian ditutup rapat. plastik berisi silase limbah sayuran disimpan pada suhu ruang dan fermentasi dilakukan selama 30 hari. Setelah 30 hari, pengukuran pH dan kualitas fisik dilakukan pada saat pembongkaran sampel fermentasi.

Tabel 2. Rata-Rata Kandungan Nutrisi Silase Limbah Sayuran Pasar sesuai Perlakuan

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

Hasil Analisis Laboratorium Kimia Pakan, Universitas Nusa Cendana (2025)

Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan setelah fermentasi 30 hari, pengukuran pH dan Kualitas fisik dilakukan pada saat pembongkaran sampel fermentasi.

Penyimpanan Sampel Daging

Daging yang telah ditimbang dan di masukkan dalam plastik klip serta diberi label kemudian dimasukkan ke dalam coolingbox yang telah diisi es untuk mempertahankan kualitas kesegaran daging.

Teknik Pengukuran

Potential of Hydrogen (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 proses fermentasi berjalan dengan baik maka dilakukan pengukuran pH dengan cara 10 g sampel dimasukan ke labu erlenmeyer kemudian ditambahkan 100 mL aquades. 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, Rochana dan Hernaman, 2014). Kriteria silase digolongkan menjadi 4 kriteria pH yaitu kualitas baik sekali (pH 3,2 – 4,2), kualitas baik (pH 4,2 – 4,5), kualitas buruk (pH >4,8).

Uji Organoleptik

Uji kualitas fisik silase diamati dengan uji organoleptik yang dilakukan oleh 16 orang panelis dengan syarat setidaknya telah menyelesaikan mata kuliah Dasar Nutrisi Ternak Ruminansia. Pengamatan dilakukan dengan membuat skor untuk setiap kriterianya. Nilai skor setiap kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Penentuan fisik silase dilakukan secara organoleptik berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, dan keberadaan jamur menggunakan skala 1–4 yang dimodifikasi dari karakteristik kualitas silase menurut McDonald et al. (1991), Kung dkk. (2018), serta penelitian silase limbah sayuran oleh Rinaldi dkk. (2023) sebagai berikut :

Tabel 3. Skor Kualitas Fisik Silase

Kriteria	Karakteristik	Skor
Warna	Hijau kekuningan	4
	Hijau kecoklatan	3
	Coklat	2
	Coklat tua/kehitaman	1
Aroma	Asam segar khas silase	4
	Asam ringan	3
	Agak busuk	2
	Busuk/menyengat	1
Tekstur	Padat, tidak berlendir	4
	Cukup padat	3
	Agak lembek	2
	Lembek, berlendir	1
Jamur	Tidak berjamur	4
	Hampir tidak ada jamur	3
	Sedikit berjamur	2
	Banyak sekali jamur	1

Sumber: Kriteria penilaian disusun dari McDonald dkk. (1991), Kung dkk. (2018), dan Rinaldi dkk. (2023), dengan modifikasi pada deskripsi skor sesuai karakteristik silase limbah sayuran pasar.

Analisis Data

Analisis pH yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis sesuai prosedur Analysis of variance (ANOVA) pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diteliti. dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk menguji perbedaan rata-rata antar perlakuan dengan menggunakan aplikasi SPSS Statistics Version 26. Untuk Organoleptik data non parametrik dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis Test. Apabila terjadi pengaruh dilanjutkan dengan uji lanjut Mann Whitney untuk melihat perbedaan pada perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data rata-rata hasil penelitian Penggunaan aditif Pati Putak Dalam Pembuatan Silase Limbah Sayuran Pasar terhadap variabel yang diukur, tertera dalam Tabel 4. Menurut (Kung dkk., 2018) karakteristik organoleptik berguna dalam menilai kualitas silase karena sifat yang mudah menguap dari banyak proses fermentasi menghasilkan berbagai warna, aroma, dan rasa yang unik.

Tabel 4. Rataan Skor Pengaruh Penggunaan Pati Putak (*Corypha Utan Lamk*) Sebagai Aditif terhadap Kualitas Fisik Silase Limbah Sayuran Pasar

Parameter	Perlakuan				P-Value
	P0	P1	P2	P3	
pH	4,875±0,05 ^c	4,275±0,05 ^b	4,125±0,05 ^a	4,125±0,05 ^a	0,001
Warna	3,65±0,479 ^a	3,58±0,622 ^a	3,85±0,399 ^b	3,89±0,396 ^b	0,001
Tekstur	3,44±0,528 ^a	3,75±0,524 ^b	3,88±0,333 ^b	3,82±0,513 ^b	0,001
Aroma	3,71±0,458 ^b	3,68±0,499 ^{ab}	3,67±0,475 ^{ab}	3,54±0,502 ^a	0,004
Jamur	4,00±0,00 ^b	4,00±0,00 ^b	4,00±0,00 ^b	3,92±0,28 ^a	0,001

Keterangan: superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), P0 = tanpa pati putak; P1=10% pati putak; P2 = 20% pati putak; P3 = 30% pati putak.

Potential of Hydrogen (pH)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA), perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai pH dari silase limbah sayuran pasar, dengan nilai signifikansi $P < 0,001$. Hal ini menandakan bahwa perbedaan perlakuan secara statistik mampu menyebabkan perubahan yang signifikan pada tingkat keasaman bahan. Penurunan pH pada silase dipicu oleh aktivitas bakteri asam laktat yang memanfaatkan karbohidrat mudah larut untuk menghasilkan asam laktat. Nilai rata-rata pH pada masing-masing perlakuan memperlihatkan perbedaan yang jelas, di mana perlakuan P0 sebagai kontrol memiliki pH tertinggi sebesar 4,875, sedangkan perlakuan P2 dan P3 memiliki nilai pH yang paling rendah, masing-masing sebesar 4,125. Perlakuan P1 menunjukkan nilai pH menengah yaitu 4,275, namun tetap lebih rendah dari P0. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan yang melibatkan proses atau bahan fermentatif mampu menurunkan pH dibandingkan kontrol.

Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya di mana nilai pHnya lebih tinggi, sementara P1 juga berbeda nyata dengan P2 dan P3. perlakuan P2 dan P3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu sama lain, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua perlakuan tersebut memberikan efek pengasaman yang setara. Hal ini terlihat dari pengelompokan pada uji Duncan, di mana P2 dan P3 berada dalam kelompok yang sama yaitu pH terendah, Kondisi ini menunjukkan bahwa ketersediaan karbohidrat non-struktural dari pati putak mempercepat aktivitas bakteri asam laktat sehingga penurunan pH berlangsung lebih cepat. P1 berada pada kelompok yang berbeda dengan pH menengah, dan P0 menempati kelompok tersendiri sebagai perlakuan dengan pH paling tinggi. Perbedaan respons ini mengindikasikan bahwa perlakuan P1, P2, dan P3 mampu mendorong aktivitas mikroorganisme fermentatif yang lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol, sehingga menghasilkan asam organik yang lebih banyak dan menurunkan nilai pH. Hasil ini sejalan dengan (Felly dan Kardaya 2017) yang melaporkan bahwa penambahan aditif pada silase limbah sayuran pasar mampu meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat sehingga mempercepat penurunan pH. Hal ini menunjukan dominasi bakteri asam laktat yang menjadi indikator utama keberhasilan fermentasi. Penurunan pH yang terjadi pada perlakuan dengan penambahan pati putak diduga juga berkaitan dengan meningkatnya kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) sebagai sumber karbohidrat mudah difermentasi. Berdasarkan Tabel 2, kandungan BETN meningkat seiring bertambahnya level pati putak, yaitu dari 49,90% pada P0 menjadi 71,90% pada P3. Peningkatan ketersediaan karbohidrat tersebut memungkinkan bakteri asam laktat memproduksi asam organik dalam jumlah lebih besar sehingga penurunan pH berlangsung lebih cepat dan stabil. Tingginya produksi asam organik, khususnya asam laktat, erat kaitannya dengan dominasi bakteri asam laktat sehingga pH silase turun secara efektif (kung dkk., 2021). Penurunan pH yang optimal selama proses fermentasi menunjukkan keberhasilan fermentasi yang selanjutnya berpengaruh terhadap kualitas nutrisi silase. Hasil ini menggambarkan bahwa pada perlakuan terbaik di P2, dan P3 menandakan proses fermentasi yang berjalan optimal dan kondisi yang tidak mendukung pertumbuhan mikroba pembusuk sehingga pembuatan silase limbah sayuran pasar berhasil baik jika digunakan aditif pati putak sebagai sumber karbohidrat..

Pengaruh Perlakuan Terhadap Warna Silase Limbah Sayuran Pasar

Warna merupakan salah satu indikator penting dalam penilaian kualitas fisik silase karena menggambarkan keberhasilan proses fermentasi dan kestabilan kondisi anaerob. Semakin baik proses fermentasi, warna silase biasanya tetap cerah, hijau kekuningan, dan tidak menunjukkan tanda-tanda pembusukan. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Utomo dkk. (2013) bahwa warna silase dianggap baik apabila mendekati warna asli bahan saat silase dibuat. Warna hijau kecoklatan menunjukkan terjadinya degradasi klorofil secara normal selama fermentasi dan bukan akibat pembusukan, Perubahan tersebut terjadi akibat kondisi asam selama fermentasi yang menyebabkan klorofil terdegradasi menjadi feofitin, sehingga warna berubah dari hijau segar menjadi hijau kecoklatan.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan aditif pati putak memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel warna ($P < 0,05$). Berdasarkan nilai rata-rata, perlakuan P2 (3,85) dan P3 (3,89) memiliki skor warna lebih tinggi dibandingkan P0 (3,65) dan P1 (3,58), yang mengindikasikan bahwa peningkatan level perlakuan penambahan aditif pati putak mampu memperbaiki penampakan visual silase. Hasil ini sejalan dengan (Felly dan Kardaya 2017) yang menunjukkan bahwa silase limbah sayuran dengan penambahan aditif menghasilkan warna yang lebih baik, yaitu hijau kekuningan hingga kecoklatan sebagai indikator fermentasi yang optimal. Pengaruh nyata ini diperkuat oleh hasil uji Kruskal-Wallis ($P = 0,000$), yang menegaskan bahwa perbedaan tingkat perlakuan benar-benar menyebabkan variasi pada variabel warna. pati putak sebagai sumber karbohidrat mudah larut (water soluble carbohydrate/WSC) menyediakan substrat bagi bakteri asam laktat untuk menghasilkan asam laktat secara cepat. Produksi asam laktat yang tinggi mempercepat penurunan pH sehingga menciptakan kondisi asam yang stabil. Kondisi ini mampu menghambat aktivitas enzim oksidatif dan mikroorganisme pembusuk yang berperan dalam proses pencoklatan (*browning*), sehingga warna silase tetap mendekati warna alami bahan. Hal ini sejalan dengan Malo dkk., (2023) yang menyatakan bahwa ketersediaan karbohidrat fermentabel meningkatkan efisiensi fermentasi dan memperbaiki karakteristik fisik silase. Hal ini terjadi karena pati putak mengandung karbohidrat yang mudah difermentasi sehingga mampu menyediakan substrat yang cukup bagi bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Ketersediaan substrat tersebut mempercepat pembentukan asam organik, khususnya asam laktat, sehingga penurunan pH berlangsung lebih cepat dan stabil. Kondisi fermentasi yang optimal ini dapat menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk serta menghambat reaksi pencoklatan bahan, sehingga warna silase yang dihasilkan menjadi lebih cerah dan lebih disukai. Selain dipengaruhi oleh proses fermentasi, warna silase juga berkaitan dengan keberhasilan mempertahankan pigmen tanaman selama penyimpanan. Kondisi asam yang terbentuk lebih cepat mampu menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk dan reaksi oksidasi yang berlebihan, sehingga perubahan warna dapat diminimalkan. Oleh karena itu, perlakuan dengan penambahan pati putak cenderung menghasilkan warna yang lebih mendekati warna alami bahan dibandingkan perlakuan tanpa aditif. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan (McDonald *et al.*, 1991) yang menyatakan bahwa ketersediaan karbohidrat mudah larut dalam proses fermentasi berperan penting dalam menghasilkan silase dengan karakteristik warna yang baik. Selain itu, Malo dkk., (2023) melaporkan bahwa penambahan sumber karbohidrat sebagai aditif silase berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat fisik silase,

Perbedaan skor warna antar perlakuan, menunjukkan bahwa penggunaan pati putak sebagai aditif mempengaruhi stabilitas warna silase. Warna yang relatif lebih mendekati warna alami bahan menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung dengan baik dan tidak terjadi pembusukan. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi yang optimal mampu mempertahankan kualitas fisik silase limbah sayuran pasar.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Tekstur Silase Limbah Sayuran Pasar

Limbah sayuran pasar umumnya memiliki tekstur lunak dan kadar air tinggi, sehingga berpotensi mengalami kerusakan struktur apabila fermentasi tidak berlangsung dengan baik. Silase dianggap berkualitas baik apabila teksturnya tidak lembek, tidak berair, tidak berjamur, dan tidak menggumpal.

Berdasarkan hasil analisis Kruskal–Wallis Test, perlakuan silase penambahan aditif dalam pembuatan limbah sayuran menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap tekstur silase limbah sayuran pasar ($P < 0,001$). Hasil uji lanjut Mann–Whitney menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3 ($P < 0,05$), sedangkan antara P2 dan P3 tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$). Pada Tabel 4 terlihat bahwa tekstur silase terbaik terdapat pada perlakuan P2 dan P3, diikuti P1, dengan nilai skor masing-masing sebesar 3,88; 3,82; dan 3,75. Tekstur silase pada perlakuan P2 dan P3 relatif padat dan tidak lembek, yang menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan aditif pati putak mampu mempertahankan struktur serat silase.

Sebaliknya, pada perlakuan P0 diperoleh skor tekstur yang lebih rendah (3,44) sehingga silase terasa lebih lunak dan kurang padat dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada perlakuan P0 tidak diberikan penambahan pati putak, sehingga ketersediaan substrat fermentasi bagi bakteri asam laktat menjadi terbatas. Akibatnya, proses fermentasi berlangsung kurang optimal dan penurunan pH terjadi lebih lambat, sehingga aktivitas mikroorganisme pembusuk tidak dapat ditekan secara maksimal dan menyebabkan degradasi struktur serat silase. Pada perlakuan tanpa aditif P0, ketersediaan substrat fermentasi yang terbatas menyebabkan aktivitas bakteri asam laktat tidak optimal. Akibatnya, penurunan pH berlangsung lebih lambat sehingga mikroorganisme proteolitik dan selulolitik masih aktif lebih lama dan menyebabkan degradasi dinding sel tanaman. Proses ini mengakibatkan tekstur menjadi lebih lunak dan kurang kompak. Sebaliknya, pada perlakuan dengan penambahan pati putak, ketersediaan karbohidrat fermentabel meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat sehingga produksi asam organik berlangsung lebih cepat. Penurunan pH yang cepat mampu menekan aktivitas enzim perombak jaringan tanaman, sehingga integritas struktur serat tetap terjaga dan menghasilkan tekstur yang lebih padat. Hal ini didukung oleh (Lazarus dan Wie Lawa, 2025) yang menyatakan bahwa ketersediaan sumber energi fermentabel mempengaruhi jalur metabolisme mikroba dan stabilitas hasil fermentasi. Sebaliknya, penambahan pati putak pada perlakuan P2 dan P3 mampu mendukung proses fermentasi yang lebih stabil, sehingga struktur fisik bahan dapat dipertahankan dan menghasilkan tekstur silase yang lebih padat dan tidak lembek. Perbaikan tekstur silase juga diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan bahan kering akibat penambahan pati putak. Kandungan bahan kering yang lebih tinggi dapat mengurangi kadar air bebas dalam bahan sehingga tekstur silase menjadi lebih kompak dan tidak mudah mengalami pelunakan selama fermentasi. Kondisi ini mendukung terbentuknya silase yang lebih stabil dan mudah disimpan. Limbah sayuran pasar memiliki kadar air tinggi berpotensi menghasilkan tekstur lembek apabila tidak ditunjang dengan penggunaan aditif yang tepat, sehingga penambahan sumber karbohidrat menjadi penting dalam menjaga struktur silase (Rinaldi dkk., 2023). Penambahan sumber karbohidrat pada proses fermentasi berperan penting dalam meningkatkan kualitas fermentasi serta mempertahankan integritas struktur bahan silase. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan skor tekstur antar perlakuan, yang mengindikasikan bahwa level pati putak mempengaruhi stabilitas fisik silase. Tekstur yang lebih padat tidak berlendir menunjukkan bahwa fermentasi berlangsung optimal dan aktivitas mikroorganisme pembusuk dapat ditekan. Dengan demikian, tekstur silase yang lebih baik pada P2 menunjukkan bahwa fermentasi berlangsung lebih efisien dan mampu mempertahankan struktur fisik bahan.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Aroma Silase Limbah Sayuran Pasar

Aroma merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kualitas silase karena berkaitan langsung dengan senyawa volatil yang dihasilkan selama proses fermentasi. Aroma asam pada silase menunjukkan dominasi fermentasi oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Limbah sayuran pasar memiliki aroma awal yang heterogen karena berasal dari 4 jenis sayuran berbeda, sehingga tanpa proses fermentasi yang terkendali dapat berkembang menjadi bau busuk akibat aktivitas mikroorganisme pembusuk.

Hasil analisis Kruskal–Wallis Test, menunjukkan perlakuan penggunaan pati putak sebagai aditif memberikan pengaruh nyata $P < 0,05$ terhadap aroma silase Limbah sayuran pasar. Hal ini menunjukkan bahwa variasi perbedaan level pati putak yang digunakan belum

mampu menghasilkan perbedaan aroma silase yang signifikan secara statistik. Aroma silase pada seluruh perlakuan relatif seragam dan masih berada dalam kategori normal silase hasil fermentasi. Meskipun demikian, uji Mann-Whitney menunjukkan adanya perbedaan terbatas antara perlakuan (P0 dan P3 $<0,05$) namun perbedaan tersebut tidak bersifat menyeluruh sehingga secara umum aroma silase antar perlakuan masih relatif seragam. dapat disimpulkan bahwa aroma silase cenderung dipertahankan pada perlakuan P0, P1, dan P2, sedangkan P3 menunjukkan sedikit penurunan.

Rataan aroma per perlakuan adalah P0 = 3,71; P1 = 3,68; P2 = 3,67; P3 = 3,54, dengan skor tertinggi terdapat pada P0. Aroma terbentuk dari hasil metabolisme mikroorganisme selama fermentasi. Pada semua perlakuan, dominasi bakteri asam laktat menghasilkan aroma asam segar yang menjadi ciri khas silase berkualitas baik. Namun, pada perlakuan P3 terjadi sedikit penurunan skor aroma yang kemungkinan disebabkan oleh perubahan keseimbangan metabolit fermentasi akibat tingginya ketersediaan substrat. Kondisi ini dapat meningkatkan produksi asam organik tertentu atau senyawa volatil lain yang sedikit mempengaruhi persepsi aroma panelis, meskipun tidak sampai menimbulkan bau busuk. aroma yang baik menunjukkan dominasi bakteri asam laktat dan minimnya aktivitas mikroorganisme pembusuk. Oleh karena itu, meskipun terdapat sedikit variasi, seluruh perlakuan masih menunjukkan aroma normal dan menandakan bahwa proses fermentasi berlangsung stabil

Penurunan aroma pada P3 mungkin disebabkan oleh aktivitas mikroba yang berbeda atau perubahan metabolit selama fermentasi, misalnya akumulasi asam organik tertentu yang sedikit mengubah persepsi aroma, namun tetap menghasilkan aroma asam khas silase. Hasil ini sejalan dengan (Kung dkk., 2018), aroma silase yang baik ditandai dengan bau asam segar yang menunjukkan dominasi bakteri asam laktat dan fermentasi berlangsung secara optimal. kemungkinan hal ini menunjukkan bahwa silase cukup tahan terhadap variasi perlakuan dalam menjaga aroma, sehingga perubahan perlakuan yang lebih tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan aroma. Hal ini sejalan dengan penelitian (Landupari, Foekh dan Utami, 2020), di mana dosis molases mempengaruhi aroma silase secara signifikan. Selain itu, (Aglazziyah dkk., 2020) menunjukkan bahwa penggunaan aditif seperti dedak fermentasi dapat memodifikasi aroma dan warna silase. Dengan demikian, silase relatif tahan terhadap variasi perlakuan, selama fermentasi berlangsung normal, namun perubahan bahan atau aditif bisa sedikit mempengaruhi intensitas aroma Meskipun P3 mengalami sedikit penurunan, aroma silase tetap diterima panelis dan tidak menimbulkan bau menyengat atau busuk. Hal ini menunjukkan fermentasi berlangsung stabil dalam kondisi anaerob, sehingga bakteri penghasil asam laktat tetap aktif dan aroma asam khas silase terbentuk. Dengan kata lain, perlakuan yang lebih tinggi tidak secara signifikan memengaruhi aroma, meski bisa berdampak pada parameter lain seperti tekstur atau penampilan silase.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Keberadaan Jamur Silase Limbah Sayuran Pasar

Limbah sayuran pasar dengan kadar air tinggi sangat rentan terhadap pertumbuhan jamur apabila penurunan pH tidak berlangsung cepat dan kondisi anaerob tidak tercapai secara sempurna. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap skor keberadaan jamur ($P < 0,05$). Meskipun demikian, nilai skor antar perlakuan berada pada kisaran yang sangat sempit, yaitu 3,92–4,00 hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh sensitivitas analisis statistik terhadap variasi data panelis. Perlakuan P0, P1, dan P2 masing-masing memperoleh skor 4,00, sedangkan P3 memperoleh skor 3,92 yang menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan silase dengan kondisi hampir tidak ditemukan pertumbuhan jamur. Hal ini sejalan dengan (Falahudin dan Imanudin, 2019) yang menyatakan bahwa silase limbah sayuran dengan kondisi fermentasi yang baik memiliki tingkat pertumbuhan jamur yang sangat rendah. ini terjadi karena proses fermentasi berlangsung dengan baik, ditunjukkan oleh nilai pH silase yang relatif rendah, terutama pada perlakuan P2 dan P3 (4,125). pH yang rendah serta lingkungan anaerob selama proses fermentasi menjadi faktor utama dalam menghambat pertumbuhan jamur dan mikroorganisme pembusuk (Sulistyaningrum dan Araina, 2023). Selain itu, kandungan bahan kering yang meningkat akibat penambahan pati putak juga berkontribusi dalam menekan aktivitas mikroba aerob yang berpotensi menyebabkan pertumbuhan jamur. Meningkatnya kandungan bahan kering pada silase yang diberi pati putak menyebabkan

ketersediaan air bebas bagi pertumbuhan mikroorganisme menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut kurang mendukung perkembangan jamur yang umumnya membutuhkan kadar air tinggi untuk tumbuh dan berkembang. Kombinasi antara pH yang rendah, kondisi anaerob, dan meningkatnya bahan kering menjadi faktor utama yang menjaga kualitas silase tetap baik selama proses fermentasi berlangsung.

Penurunan nilai skor jamur pada P3 kemungkinan disebabkan aktivitas mikroba yang berbeda atau adanya perubahan metabolit selama fermentasi, kondisi ini meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat, namun juga memungkinkan terbentuknya metabolit samping yang dapat mempengaruhi karakteristik organoleptik silase, namun tetap tidak mengganggu kualitas silase secara signifikan. Sebaliknya pada perlakuan P0 tanpa penambahan pati putak, aktivitas fermentasi berlangsung lebih lambat karena keterbatasan substrat, namun kondisi anaerob, kadar air yang terkendali, serta pH yang masih dalam batas toleransi tetap mampu menghambat pertumbuhan jamur. Seluruh silase dibuat dengan cara dipadatkan dan divakum sehingga kondisi anaerob tercapai, sehingga pertumbuhan jamur sangat sulit terjadi. Kojo dkk. (2015) menambahkan bahwa ketiadaan oksigen membuat hanya bakteri anaerob yang tetap aktif. Selain itu, penambahan aditif yang mengandung asam organik dan karbohidrat mudah larut juga membantu menurunkan pH dengan cepat sehingga pertumbuhan jamur maupun bakteri pembusuk dapat dihambat. Menurut McDonald (1981), salah satu tujuan penggunaan bahan akselerator pada silase adalah untuk menghambat pertumbuhan jamur tertentu, yang konsisten dengan temuan penelitian ini.

Data menunjukkan bahwa perlakuan P0–P2 menunjukkan silase tetap bersih dari jamur, sementara P3 menunjukkan sedikit penurunan skor namun masih dalam kategori silase berkualitas baik. Penurunan skor keberadaan jamur pada P3 tidak sepenuhnya negatif, menandakan adanya mikroba yang mungkin lebih aktif pada level perlakuan tertinggi, keberadaan udara, serta pemadatan yang kurang optimal, tapi tetap menghasilkan silase aman dan layak konsumsi ternak. Dengan kata lain, aroma, tekstur, dan pH yang stabil pada perlakuan ini mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat yang menekan pertumbuhan jamur, sehingga kualitas silase tetap terjaga. Dengan demikian, penggunaan pati putak sebagai aditif dalam penelitian ini berperan dalam meningkatkan keamanan dan kualitas silase limbah sayuran pasar.

KESIMPULAN

Penggunaan pati putak sebagai aditif berpengaruh terhadap kualitas fisik silase Limbah sayuran pasar. Level 20 % menghasilkan kualitas fisik silase limbah sayuran pasar paling optimal dengan pH rendah, tekstur yang padat, warna lebih baik, serta minim pertumbuhan jamur.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan level 20% pati putak dalam pembuatan silase limbah sayuran serta dilakukan uji biologis untuk melihat pengaruhnya terhadap performa ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aglazziyah, H., Ayuningsih, B., dan Khairani, L. (2020). Pengaruh Penggunaan Dedak Fermentasi terhadap Kualitas Fisik dan pH Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(3), 156–166. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i3.30290>.
- Anggraini, W. P. (2018). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kandungan Nutrien dan Kualitas Fisik Jerami Kedelai. *Skripsi*. Universitas Mercubuana Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik Pertanian Kota Kupang 2024. Kupang: BPS Kota Kupang.

- Bamikole, M. A., dan Babayemi, O. J. (2004). Feeding Goats with Guinea Grass-Verano Stylo and Nitrogen Fertilized Grass with Energy Concentrate. *Archivos de Zootecnia*, 53(201), 13–23.
- Christi, R. F., A. Rochana dan I. Hernaman. (2014). Kualitas Fisik dan Palatabilitas Konsentrat Fermentasi dalam Ransum Kambing Perah Peranakan Ettawa. *Jurnal Ilmu Ternak*. Vol. 18(2): 121-125.
- Felly, S. dan Kardaya, D. (2017). Evaluasi Kualitas Silase Limbah Sayuran Pasar yang Diperkaya dengan Berbagai Aditif dan Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Pertanian*, 2(2), 117–124. <https://doi.org/10.30997/jp.v2i2.576>.
- Hariyana, O. dan Chuzaemi, S. (2019). Pengaruh Lama Fermentasi Ampas Putak (*Corypha debanga*) Menggunakan *Aspergillus oryzae* terhadap Kualitas Fisik dan Kualitas Kimia. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2019.002.01.1>.
- Kojo R. M, Rustandi, Y.R. Tulung, S. Malalantang. (2015). Pengaruh Penambahan Dedak Padi dan Tepung Jagung terhadap Kualitas Fisik Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* Cv. Hawaii). *Jurnal Zootek*, Vol. 35 (1) : 21-29.
- Koni, T. N. I., Wea, R., dan Dami Dato, T. O. (2020). Komponen Nutrien dan Fraksi Serat Putak yang Difermentasi menggunakan Nira Lontar. *Jurnal Peternakan*, 17(2), 80–87. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v17i2.9566>.
- Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., dan Schmidt, R. J. (2018). *Silage review: Interpretation Of Chemical, Microbial, and Organoleptic Components of Silage*. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Lalel, H. J. D. dan Rubak, Y. T. (2024). *Gebang (Corypha utan Lamk.) Tree as a Food Resource For Timorese People*. *EAS Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6(1), 1–5. <https://doi.org/10.36349/easjnfs.2024.v06i01.001>.
- Landupari, M., Foekh, A. H. B, dan Utami, K. B. (2020). Pembuatan Silase Rumput Gajah Odot (*Pennisetum purpureum* Cv. Mott) dengan Penambahan Berbagai Dosis Molasses. *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*, 22 (2), 249–253. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.2.249-253.2020>.
- Lazarus, E. J. L., dan Wie Lawa, E. D. (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, 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1482/1/012014>.
- Malo, J., Hilakore, M. A., Lazarus, E. J. L., dan Wie Lawa, E. D. (2023). Pengaruh Penggunaan Sumber Karbohidrat Mudah Larut yang Berbeda terhadap Sifat Fisik Silase Isi Rumen Sapi. *REKASATWA: Jurnal Ilmiah Peternakan*, 5(2), 43–51. <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v5i2.20815>.
- Makkar, H. P. S., dan Ankers, P. (2014). *A Need for Generating Sound Quantitative Data at National Levels for Feed-Efficient Animal Production*. *Animal Production Science*, 54(10), 1569–1574. <https://doi.org/10.1071/AN14536>.
- McDonald, P. (1981). *Biochemistry of Silage*. JohnWiley and Sons, New York.

- McDonald, P., Henderson, A. R., dan Heron, S. J. E. (1991). *The Biochemistry of Silage* (2nd ed.) Marlow, England: Chalcombe Publications.
- Rinaldi, S. T., Hendri, dan Sadarman. (2023). Evaluasi Kualitas Fisiko-Kimia Silase Limbah Sayuran Menggunakan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa. *SINTECH (Science and Information Technology Journal)*, 3(2). <https://doi.org/10.47701/sintech.v3i2.2950>.
- Sulistyaningrum, T. W. dan Araina, E. (2023). Pemanfaatan Limbah Ikan dan Sayuran Menjadi Silase dengan Sumber Bakteri Asam Laktat. *BiosciED Journal*, 4(2). <https://doi.org/10.37304/bed.v4i2.10849>.
- Utomo, R., Budhi S. P. S dan Astuti I. F. (2013). Pengaruh Level Onggok sebagai Aditif terhadap Kualitas Silase Isi Rumen Sapi. *Buletin Peternakan*, 37(3) : 173-180.
- Wolayan, F. R.,Tulung,Y. R. L., Bagau, B., Liwe, H dan Untu, I. M. (2019). Silase Limbah Organik Pasar sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia. *Jurnal Ilmu Peternakan*, Vol 1(2): 112-120.