

Pengaruh Penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan Level yang Berbeda Terhadap Kualitas Organoleptik, pH dan Kandungan Nutrien Silase Limbah Sayur Kol (*Brassica oleracea L. var. capitata L.*)

Effect of Additional *Lactobacillus plantarum* with Different Levels on Quality Organoleptics, pH and Content Nutrient Silage Cabbage Waste (*Brassica oleracea L. var. capitata L.*)

¹Budi Purwo Widiarso, ²Novi Nurul Afifah, ³Acep Perdinan

123 Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta – Magelang, Jl. Magelang
Kopeng Km.7, Magelang, Telp: 0293-364188, Kode Pos: 56101, Indonesia

²E-mail: afinovi0@gmail.com

ABSTRAK

Fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu metode pengawetan limbah sayur kol yang berpotensi sebagai bahan pakan ruminansia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fermentasi limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap kualitas organoleptik (warna, tekstur, dan aroma), potential Hydrogen, dan kandungan nutrisi (kadar air, bahan kering, protein kasar, dan serat kasar). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap 4 perlakuan 5 ulangan. Faktor perlakuan adalah level pemberian *Lactobacillus plantarum* yaitu P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), dan P3 (6%). Semua perlakuan ditambahkan molases 5% dari berat segar hijauan dan diinkubasi selama 7 hari. Parameter yang diamati terdiri dari organoleptik (warna, aroma, dan tekstur), pH, dan kandungan nutrisi (kadar air, bahan kering, protein kasar, dan serat kasar). Data dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus plantarum* dalam proses ensilase berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kualitas organoleptik, potential Hydrogen, dan kandungan nutrisi. Hasil organoleptik berwarna kuning kecoklatan hingga hijau daun rebus, beraroma asam sedang hingga asam menyengat, dan bertekstur sedang hingga tidak mudah hancur. Nilai pH silase yaitu 3,8 - 4,34. Kandungan nutrisi meliputi kadar air 86,71%-89,03%, bahan kering dari 10,97% menjadi 13,29%, protein kasar 12,77% - 18,87%, dan serat kasar 8,73% - 13,56%. Dapat disimpulkan bahwa silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* dapat memperbaiki kualitas organoleptik, pH, serta kandungan nutrisi dengan menambahkan *Lactobacillus plantarum* 2% sebagai level terbaik dalam silase limbah sayur kol.

Kata Kunci: Kandungan Nutrien, *Lactobacillus plantarum*, Organoleptik, Sayur Kol, Silase

ABSTRACT

Fermentation using *Lactobacillus plantarum* is a method of preserving cabbage waste which has the potential to be used as feed for ruminants. This study aims to determine the effect of fermentation of cabbage vegetable waste using *Lactobacillus*

plantarum on organoleptic quality (color, texture, and aroma), potential hydrogen, and nutrient content (water content, dry matter, crude protein, and crude fiber). This study used a completely randomized design with 4 treatments and 5 replications. The treatment factor was the level of *Lactobacillus plantarum* administration, namely P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), and P3 (6%). All treatments were added with molasses 5% of the fresh weight of forage and incubated for 7 days. Parameters observed consisted of organoleptic (color, aroma, and texture), pH, and nutrient content (moisture content, dry matter, crude protein, and crude fiber). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the addition of *Lactobacillus plantarum* in the ensilage process had a significant effect ($P < 0.05$) on organoleptic quality, potential hydrogen, and nutrient content. The organoleptic results are brownish yellow to green boiled leaves, have a moderate to sour aroma, and are medium in texture to not easily crushed. The pH value of silage is 3.8 - 4.34. Nutrient content includes water content of 86.71% - 89.03%, dry matter 10.97% - 13.29%, crude protein 12.77% - 18.87%, and crude fiber 8.73% - 13.56%. It can be concluded that cabbage waste silage using *Lactobacillus plantarum* can improve organoleptic quality, pH, and nutrient content by adding 2% *Lactobacillus plantarum* as the best level in cabbage waste silage.

Keywords: Nutrient Content, *Lactobacillus plantarum*, Organoleptic, Cabbage, Silage

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pakan merupakan komponen produksi dengan biaya yang terbesar dalam usaha peternakan. Biaya pakan dapat mencapai 60-80% dari total biaya produksi. Kualitas pakan harus diperhatikan agar ternak dapat memproduksi optimal sesuai kemampuan genetiknya. Hijauan merupakan pakan utama ternak ruminansia, sehingga penyediaan hijauan dan kualitasnya sangat menentukan produktivitas dan perkembangan ternak ruminansia. Kendala yang muncul berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan kesinambungan dari ketersediaan pakan ternak disebabkan oleh beberapa faktor. Antara lain ketersediaan lahan yang kurang memadai untuk produksi hijauan pakan ternak, curah hujan rendah atau ketersediaan air tanah yang minim, dan tingkat kesuburan tanah yang rendah (Anita dkk., 2016).

Limbah sayur terutama limbah sayur kol berpotensi menjadi bahan pakan ternak. Limbah sayur kol belum dapat diberikan secara langsung karena

kadar protein kasar serta serat kasar yang rendah, dan kadar air yang tinggi sehingga menjadi faktor pembatasan dalam pemberian ke ternak. Limbah sayur kol ini juga mudah mengalami pembusukan serta kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang masa simpan dan meminimalisir efek dari anti nutrisi seperti alkaloid, (Resti dkk., 2021). Limbah sayur kol ini dapat diolah menjadi tepung, silase, fermentasi, untuk pakan ternak. Peningkatan mutu limbah hasil pertanian dan perkebunan sebagai pakan ternak umumnya dilakukan melalui pengolahan terlebih dahulu sebelum limbah perkebunan dan pertanian diberikan kepada ternak, (Daryatmo, J., & Sugiyanti., 2021).

Silase pakan ternak merupakan teknologi pengolahan pakan ternak hasil dari proses pemecahan senyawa organik yang dengan bantuan mikroorganisme diubah menjadi senyawa sederhana, (Sari, 2016). Tujuannya untuk menghasilkan suatu produk yang mempunyai nilai nutrisi lebih baik. Melalui proses fermentasi anaerob menghasilkan pakan yang lebih awet

dengan aroma yang khas dan kandungan karbohidrat, protein dan vitamin yang cukup stabil. Pemberian secara teratur dengan jumlah seimbang sesuai kebutuhan akan membuat ternak berproduksi optimal. Dalam rangka mengoptimalkan kualitas silase, maka penambahan starter dapat merubah kualitas silase menjadi lebih baik atau meningkat. Pembuatan silase sangat diperlukan untuk peternak sebagai solusi kekurangan pakan dimusim kemarau dan kelebihan pakan dimusim penghujan. Salah satu mikroba yang dapat digunakan untuk membuat silase yaitu *Lactobacillus plantarum*, (Patimah, dkk., 2020).

Penggunaan inokulum *Lactobacillus plantarum* memberikan pengaruh cukup baik terhadap kualitas silase sebagai pakan ternak. Perlakuan inokulum *Lactobacillus plantarum* mampu meningkatkan protein kasar dan lemak kasar serta menurunkan serat kasar dan pH silase, (Nurkholis, dkk., 2018). Lebih lanjut dijelaskan bahwa penambahan inokulum *Lactobacillus plantarum* pada silase kulit pisang kepok mampu memperbaiki kualitas silase sebagai alternatif pakan ternak ruminansia. Wati, dkk (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa waktu inkubasi yang terbaik dalam pembuatan silases rumput odot dengan bahan aditif berupa molases dan *Lactobacillus plantarum* yaitu selama 7 hari. Lebih lanjut dijelaskan bahwa silase yang diinkubasi selama 7 hari memiliki karakter fisik (warna, aroma, dan tekstur) yang baik, pH rendah, serta tingginya bahan kering (BK). Penggunaan inokulum *Lactobacillus plantarum* dengan berbagai variasi dan konsentrasi memberikan pengaruh cukup baik terhadap kualitas silase. Perlakuan konsentrasi inokulum *Lactobacillus plantarum* sampai 1% tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kualitas silase, sehingga disarankan pada pembuatan silase untuk menambah

konsentrasi inokulum tersebut, (Ramli, 2014).

Penambahan bahan aditif pada pembuatan silase banyak dilakukan untuk meningkatkan kualitas fermentasi silase. Penambahan molases sebagai sumber karbohidrat yang mudah larut pada hijauan dengan substrat fermentasi yang sedikit maupun rendah kandungan bahan keringnya dapat mempercepat proses fermentasi. Penambahan bahan aditif berupa molases dapat menghasilkan kualitas silase yang baik. Penambahan molases atau sumber karbohidrat mudah larut merupakan suatu keharusan untuk menghasilkan silase yang baik, ditunjukkan dengan peningkatan kandungan protein kasar, menekan kehilangan bahan kering dan bahan organik serta menurunkan kandungan serat kasar, (Chalisty, 2021). Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level yang berbeda terhadap kualitas organoleptik, pH dan kandungan nutrisi silase limbah sayur kol (*Brassica oleracea L. var. capitata L.*).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Apakah silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata terhadap kualitas organoleptik (warna, aroma, dan tekstur)?
2. Apakah silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata terhadap kandungan nutrisi (serat kasar, kadar air, bahan kering, dan protein kasar)?
3. Apakah silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata terhadap pH?
4. Berapa level optimal *Lactobacillus plantarum* yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas organoleptik,

pH, dan kandungan nutrisi silase limbah sayur kol yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*?

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel kualitas fisik silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum*
2. Mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel kandungan serat kasar, kadar air, bahan kering, dan protein kasar silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum*.
3. Mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel nilai pH silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum*.
4. Mengetahui level optimal *Lactobacillus plantarum* yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas organoleptik, pH, dan kandungan nutrisi silase limbah sayur kol yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*

Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat umum khususnya kepada peternak mengenai kualitas organoleptik, kandungan nutrisi, dan pH limbah sayur kol yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* yang dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu

Lokasi pelaksanaan kegiatan penelitian tugas akhir telah dilaksanakan di dua tempat. Pembuatan silase limbah

sayur kol dilaksanakan di Laboratorium Pakan Ternak dan Kebun Rumput, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta-Magelang Jurusan Peternakan, sedangkan untuk analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Uji Obat Hewan dan Pakan, Unggaran. Waktu penelitian akan dilaksanakan selama 2 bulan terhitung tanggal 11 April 2022 sampai dengan 30 Juni 2022. Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Limbah sayur kol sebanyak 50 kg, *Lactobacillus plantarum* sebanyak 1780 ml, dan molases sebanyak 5 liter. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pisau, sabit, karung, terpal, talenan, ember bertutup, gelas ukur, timbangan, gunting, kertas, dan alat tulis.

Metode

Pembuatan Fermentasi Limbah Sayur Kol Limbah sayur kol yang akan digunakan untuk fermentasi, terlebih dahulu dipotong sekitar 3-5 cm. Kemudian sayur kol tersebut dilayukan selama 8-12 jam (satu malam) pada ruang terbuka. Tahap selanjutnya yaitu dilakukan penimbangan kembali untuk melihat berat layu. Dilakukan penimbangan dan pencampuran dengan *Lactobacillus plantarum*, kemudian dimasukkan ke dalam ember dan dipadatkan sehingga mencapai keadaan anaerob atau kedap udara, kemudian ditutup kemudian di fermentasi selama 7 hari.

Parameter yang diamati

Parameter yang akan diamati adalah kandungan nutrisi meliputi kandungan kadar air, bahan kering, protein kasar, serat kasar, pH dan kualitas fisik meliputi tekstur, warna, dan aroma.

Tabel 1. Nilai Uji Organoleptik

Parameter	Karakteristik	Skor
Warna	Coklat kehitaman	1-3
	Kuning kecoklatan	4-6
	Hijau daun rebus	7-9
Aroma	Busuk	1-3
	Asam sedang	4-6
	Asam menyengat	7-9
Tekstur	Lembek	1-3
	Sedang	4-6
	Tidak mudah hancur	7-9

Sumarsih, 2015

Kriteria skor :

1-3 = Jelek

4-6 = Cukup

7-9 = Baik

Karakteristik silase dibedakan menjadi tiga yaitu sebagai berikut: Menurut Wati dkk (2018) bahwa warna silase yang hijau cerah atau hijau kecoklatan merupakan warna normal untuk silase rerumputan sedangkan kuning kecoklatan merupakan warna

silase rumput yang dilayukan. Menurut Hidayat (2014) silase yang baik memiliki aroma yang asam. Zakariah dkk (2016) menyatakan bahwa silase dengan aroma asam segar merupakan silase dengan kualitas yang baik. Menurut Kurnianingtyas dkk (2012) menyatakan bahwa aroma asam yang dihasilkan oleh silase disebabkan oleh bakteri anaerob yang menghasilkan asam organik.

Tabel 2. Karakteristik Silase Berdasarkan Warna

Warna Silase	Karakteristik Silase
Hijau daun rebus	Warna normal silase untuk rumput yang dilayukan berwarna menyerupai jerami. Warna normal untuk silase rumput, biji-bijian (sereal) dan tebon jagung.
Kuning kecoklatan	Lebih umum disebut dengan silase layu. Terjadi karena adanya panas saat proses penyimpanan. Menyebabkan kehilangan daya cerna dan kandungan protein.
Coklat kehitaman	Terdapat beberapa bercak hitam pada silase dan biasanya disertai dengan timbulnya jamur. Terjadi karena panas yang berlebih pada saat proses ensilase

Weinberg, dkk., 2004

Tabel 3. Karakteristik Silase Berdasarkan Aroma

Aroma silase	Karakteristik Silase
Asam menyengat	Aroma seperti susu asam(yoghurt) atau tapai. Terjadi fermentasi asam laktat secara normal.
Asam sedang	Sedikit beraroma asam dan manis. Sedikit mengalami fermentasi yang disebabkan oleh kandungan gula tanaman yang sedikit. Beraroma seperti rumput atau hijauan segar.
Busuk	Beraroma apek, seperti kompos dan busuk dengan sedikit aroma fermentasi, dapat terjadi dikarenakan kurangnya proses pemadatan

Weinberg, dkk., 2004

Kojo dkk (2015) menyatakan bahwa silase dapat dikatakan baik apabila tidak memiliki tekstur lembek, tidak berair, tidak berjamur, dan tidak mengumpal. Menurut Chalisty dkk (2017) kadar air yang tinggi pada hijauan akan menyebabkan air tirsan menjadi banyak

sehingga oksigen dalam silo menjadi meningkat, hal tersebut dapat menyebabkan silase memiliki tekstur yang lunak, berlendir serta tumbuh jamur yang mengindikasikan silase memiliki kualitas yang buruk.

Tabel 4. Karakteristik Silase Berdasarkan Tekstur

Tekstur silase	Karakteristik Silase
Tidak mudah hancur	Menyerupai daun atau rumput segar dengan tekstur lebih lembut. Cenderung memiliki energi metabolis dan protein kasar yang tinggi.
Sedang	Menyerupai daun atau rumput layu dengan tekstur agak lembek
Lembek	Terdapat pembusukan atau jamur pada silase. Terjadi kehilangan bahan kering pada silase yang menyebabkan penurunan kualitas silase.

Weinberg, dkk., 2004

Uji Kimia

a. Kadar Air

Kadar air pada pakan menentukan proses penerimaan, pengolahan maupun pendistribusian pakan mendapat penanganan yang tepat. Acuan untuk pengujian kadar air yaitu SNI 01-2891-1992 Butir 5.1. Prinsip penentuan kadar air dengan pengeringan (pengovenan) adalah penguapan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan. Pengovenan dilakukan dengan suhu 105 selama 3 jam atau sampai diperoleh berat konstan yang mengindikasikan bahwa semua air yang terkandung dalam bahan sudah teruapkan semua.

Alat yang digunakan:

Oven, Desikator, Neraca digital, Vochdost dan tutup, penjepit, serta Timer.

Tata cara pengujian:

1. Memasukkan vochdost kosong + tutup kedalam oven dengan suhu 105°C selama 60 menit.

2. Mengangkat vochdost dan masukkan ke dalam desikator selama 30 menit.
3. Menimbang vochdost kosong sebagai W1.
4. Menimbang contoh sebanyak 2 gram sebagai W.
5. Memasukkan vochdost berisi contoh dan tutup nya dalam posisi terbuka ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam.
6. Mengangkat dan Dinginkan vochdost berisi contoh tersebut ke dalam desikator selama 30 menit posisi tertutup.
7. Menimbang contoh.
8. Tahap pengkonstanan, memasukkan vochdost berisi contoh ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam.
9. Mendinginkan vochdost berisi contoh tersebut ke dalam desikator selama 30 menit.
10. Menimbang contoh.
11. Mengulangi tahap h – j sampai didapat berat konstan (W2).

Perhitungan

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(w1+w) - w2}{w} \times 100$$

Catatan :

1. Untuk hijauan / rumput / silase atau semi padat sebelum dilakukan pengujian laboratorium, terlebih dahulu dilakukan proses pelayuan atau kering udara dengan sinar matahari hingga layu
2. Kemudian dilakukan pengujian secara laboratorium, kemudian dihitung sebagai Kadar Air II (KA II). Data KA I dan KA II, kemudian dihitung ke dalam kadar air total (KA Total).

Perhitungan

$$\% \text{ bahan kering (BK)} = (100 - \text{KA II})$$

Protein Kasar

Protein merupakan makromolekul yang sangat diperlukan oleh hewan untuk membangun jaringan tubuh serta untuk memelihara kesehatan organ dalam proses pertumbuhan dan perkembangan. Fungsi lainnya adalah untuk menjaga kesehatan tubuh hewan, membantu pemulihan hewan setelah masa melahirkan dan membantu produksi susu pada hewan yang dalam masa laktasi. Acuan pengujian kadar protein kasar yaitu, Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 2019 Bab 4 Butir 42. 11 Metode 2001. 11 hal 34. Analisa protein cara Kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga proses diantaranya proses destruksi (digestion), destilasi (distillation), dan titrasi (titration).

Alat yang digunakan:

Kertas timbang, Neraca Digital, tabung digesti 250 ml, Digestor dan tutup, Distillation Unit, Erlenmeyer 250 ml, Buret Digital, Stirrer dan Magnet.

Bahan yang digunakan :

Asam Sulfat pekat (H₂SO₄ 95-96%), Katalis Kjeldahl Tablet, Natrium Hidroksida (NaOH) 40%, Asam Klorida pekat (HCl 37%) 0,1 N, Asam Borat

(H₃BO₃) 4%, Methyl Orange, Bromo Cresol Green Indicator, dan akuades.

Tata cara pengujian:

1. Menimbang sampel (W) ± 0,5 gram, kemudian masukan tabung digesti.
2. Menambahkan 2 buah tablet kjeltab dan 15 ml H₂SO₄ 95-96%.
3. Memanaskan pada digestor suhu 400°C dengan total waktu selama ± 60 menit (sampai jernih).
4. Mengangkat tabung digesti, tempatkan di meja almari asam, dan dinginkan selama 25 menit.
5. Menambahkan akuades sebanyak 50 ml.
6. Memasangkan tabung digesti dan Erlenmeyer 250 ml pada alat Destillation Unit.
7. Memilih program no.2 pada alat Destillation Unit.
8. Secara otomatis Destillation Unit akan menambahkan NaOH 40% pada tabung digesti sebanyak 60 ml, akuades sebanyak 60 ml. Sedangkan untuk receiver ditambahkan 27 ml secara maual.
9. Melakukan destilasi hingga volume destilat minimal 150 ml (±5 menit 25 detik).
10. Mengangkat tabung digesti dengan hati-hati, lalu buang residu sisa destilasi ke tempat penampungan limbah. Kemudian ambil Erlenmeyer yang berisi destilat dari Distillation Unit.
11. Destilat dalam Erlenmeyer dititrasi dengan larutan HCl 0,1 N hingga terjadi perubahan warna.
12. Menghitung jumlah titran HCl 0,1 N (Vs).
13. Melakukan blanko akuades (Vb).

Perhitungan:

$$\%N = \frac{(Vs - Vb) \times N_{HCl} \times 0,014 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

N = Normalitas HCl

Vs = Volume titrasi contoh Vb = Volume titrasi blanko W = Berat contoh

F = Factor wheat (5,70), dairy product (6,38), other feed material (6,25).

Serat Kasar

Analisis kadar serat kasar adalah usaha untuk mengetahui kadar serat kasar pada bahan baku pakan. Prinsip utama dari serat kasar adalah mengikat air, selulosa dan pektin. Serat kasar adalah bagian dari pakan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan serat kasar yaitu asam sulfat (H_2SO_4 1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%). Acuan pengujian serat kasar berdasarkan AOAC 2019 Bab 4 Metode 962,09 hal 44.

Alat yang digunakan :

Fiber extraction unit (fibrectec FT 121 dan 122), crucible filter 30 ml, desikator, neraca digital, oven, dan furnace

Bahan yang digunakan :

Asam Sulfat (H_2SO_4) 1,25%, Natrium Hidroksida (NaOH) 1,25%, Aseton, Antifoaming, Akuades, dan pH universal

Tata cara pengujian

1. Menimbang 0,6 gram sampel dalam crucible filter kosong (w)
2. Sampel diletakan pada Cold Extraction Unit dengan tepat agar tidak terjadi kebocoran, arahkan tuas ke arah closed. Menghilangkan kandungan lemak pada sampel dengan menuangkan aseton pada crucible filter hingga sampel terendam, tunggu selama 5 menit kemudian fitrasi dengan cara mengarahkan tuas kearah vaccum dan nyalakan pompa. Atau gunakan defating tidak langsung menggunakan sisa sampel pengujian lemak kasar yang masih dalam kondisi baik yang ada di dalam kertas, dan ditimbang terlebih dahulu sebanyak 0,6 gram.
3. Menempatkan sampel pada Hot Extraction Unit dengan tepat agar

tidak terjadi kebocoran, arahkan tuas ke arah closed, lalu tambahkan 100 ml H_2SO_4 1,25% dan antifoaming 4 – 8 tetes (untuk mencegah foaming) kemudian didihkan dengan menggunakan skala 4, setelah mendidih lalu putar ke skala 2 diekstrasi selama 30 menit.

4. Melakukan filtrasi dengan memindahkan tuas ke posisi vaccum dan nyalakan pompa dilanjutkan pembilasan dengan akuades panas satu kali atau lebih hingga tidak ada sampel yang menempel pada dinding Hot Extraction Unit.
5. Mengarahkan Kembali tuas ke posisi closed, lalu tambahkan 100 ml larutan NaOH 1,25% dan antifoaming 4 – 8 tetes (untuk mencegah foaming), Kemudian didihkan dengan menggunakan skala 4, setelah mendidih lalu ganti ke skala 2 diekstrasi selama 30 menit.
6. Melakukan fitrasi dengan memindahkan tuas ke posisi vaccum dan nyalakan pompa dilanjutkan pembilasan dengan akuadest panas satu kali atau lebih hingga tidak ada sampel yang menempel pada dinding Hot Extraction Unit.
7. Memindahkan sampel ke Cold Extraction Unit untuk melakukan Cek pH dengan memberi tambahan akuades pada sampel, cek pH dilakukan dengan menggunakan pH universal, lalu bilas dengan aseton.
8. Mengeringkan crucible filter tersebut dalam oven pada $130^{\circ}C$ selama 2 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 20 menit dan crucible filter ditimbang.
9. Sampel di masukan kedalam oven kembali selama 1 jam pada suhu $130^{\circ}C$, kemudian dinginkan dalam desikator selama 20 menit dan timbang ulang hingga didapat berat konstan (w_1).
10. Mengabukan crucible filter pada Tanur suhu $500^{\circ}C$ selama 30 menit,

kemudian masukkan ke dalam desikator selama 20 menit terbuka, dan 20 menit tertutup kemudian timbang

11. Mengulangi lagi tahap (j) hingga didapat berat konstan (w2).

Perhitungan hasil uji lab:

$$\% \text{ Serat Kasar} = \frac{W1-W2}{W} \times 100$$

Keterangan:

W= Berat sampel (gram)

W1= Berat abu (gram)

W2= Berat endapan pada kertas saring (gram)

Perhitungan Bahan Kering (BK)

$$\% \text{ BK Serat Kasar} = \frac{100}{DM \text{ Lab}} \times \text{kadar serat kasar}$$

Dimana: DM Lab = Dry Matter Lab 100 – Kadar Air Lab.

Potential Hydrogen (pH)

Sampel sebanyak 50gram dimasukan kedalam labu Erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 100ml aquades, campuran tersebut di dimasukan kedalam beaker glass dan diukur dengan pH meter yang telah distandarisasi dengan larutan buffer pada pH 7 selama 10 menit, kemudian distandarisasi kembali dengan pH 4 selama 10 menit, (Ridwan, dkk., 2020).

Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan. Faktor perlakuan adalah level pemberian *Lactobacillus plantarum* yaitu 0%, 2%, 4%, 6%. Semua perlakuan

ditambahkan molases 5% dari berat segar hijauan dan di inkubasi selama 7 hari. Rincian perlakuan tersebut adalah:
 P0 = Limbah sayur kol + molases (5%) + 0 % *Lactobacillus plantarum* (kontrol).
 P1 = Limbah sayur kol + molases (5%) + 2 % *Lactobacillus plantarum*.
 P2 = Limbah sayur kol + molases (5%) + 4 % *Lactobacillus plantarum*.
 P3 = Limbah sayur kol + molases (5%) + 6 % *Lactobacillus plantarum*.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan berupa analisis statistik. Nilai organoleptik dan nilai atau kandungan PK, SK, pH, BK, dan KA di analisis menggunakan statistik. Analisis statistik yang digunakan yaitu metode analisis data analyses of variance (ANOVA). Jika dalam data tersebut terdapat perbedaan hasil perlakuan maka dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) atas dasar 5% "Level of Significance" untuk mengetahui perlakuan mana yang menunjukkan perbedaan yang terdapat pada analisis tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Fisik Silase

Silase yang baik dapat dilihat dari karakteristik fisik silase tersebut (Lampiran 3). Penilaian karakteristik silase didasarkan atas pengukuran warna, aroma dan tekstur. Rataan hasil kualitas fisik silase limbah sayur kol yang telah diinokulum bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 0% (P0), 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) selama 7 hari dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai Organoleptik Silase Limbah Sayur Kol yang Diinokulum dengan *Lactobacillus plantarum* dengan Dosis yang Berbeda

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur
P0	4,28±0,47 ^d	4,35±0,51 ^d	4,35±0,50 ^d
P1	5,40±0,50 ^c	5,33±0,48 ^c	5,48±0,50 ^c
P2	7,52±0,49 ^b	7,30±0,45 ^b	7,35±0,67 ^b
P3	8,50±0,51 ^a	8,53±0,49 ^a	8,55±0,48 ^a

^{abcd} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0= 0% *Lactobacillus plantarum*, P1= 2% *Lactobacillus plantarum*, P2= 4% *Lactobacillus plantarum*, P3= 6% *Lactobacillus plantarum*.

Pengujian organoleptik menggunakan 8 orang panelis (Lampiran 5) dengan kriteria warna, aroma, dan tekstur serta skor 1-9 sesuai karakteristik (Lampiran 9 s.d 11). Data hasil pengujian organoleptik dianalisis menggunakan metode Analisis of Varians (ANOVA) dan diuji lanjut dengan Duncan menggunakan aplikasi SPSS 20 (Lampiran 1). Nilai rata-rata hasil uji organoleptik silase limbah sayur kol dapat dilihat pada diatas.

Warna

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata karakteristik warna silase limbah sayur kol yang telah diinokulum bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 0% (P0), 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) selama 7 hari meningkat, warna yang dihasilkan dari P0 sampai P3 yaitu berwarna kuning kecoklatan hingga hijau daun rebus. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa, penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap warna silase limbah sayur kol ($P < 0,05$). Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *L. plantarum* menghasilkan nilai warna tertinggi adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Nilai warna terendah adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, P3. Silase terbaik P3 dengan rata-rata 8,50 berwarna hijau daun rebus. Silase dengan nilai terendah P0 dengan rata-rata 4,28 berwarna kuning kecoklatan.

Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan silase dengan penambahan molases dan bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan level 6% dapat menunjukkan hasil silase yang baik dari segi warna. Menurut Hidayat (2014) silase yang baik memiliki warna coklat

terang atau kekuningan dan memiliki aroma yang asam. Wati, dkk (2018) menyatakan bahwa warna silase yang hijau cerah atau hijau kecoklatan merupakan warna normal untuk silase rerumputan sedangkan kuning kecoklatan merupakan warna silase rumput yang dilayukan.

Perubahan warna pada silase disebabkan karena adanya pigmen pheophytin suatu derivat chlorophyll yang tak ada magnesiumnya (Hidayat, 2014). Klorofil merupakan pigmen dominan pada daun yang segar, sedangkan pheophytin jumlahnya sangat sedikit pada daun segar, dengan meningkatnya keasaman pada saat penyimpanan/ fermentasi menyebabkan ion magnesium hilang sehingga memproduksi warna olive-brown, (Li, dkk., 2018). Lebih lanjut dijelaskan bahwa pheophytin merupakan pemecahan klorofil akibat kehilangan ion magnesium oleh proses peningkatan keasaman akibat penurunan pH pada proses fermentasi, proses fermentasi juga dapat merubah jumlah klorofil, perubahan klorofil menjadi pheophytin mengubah warna. Dalam penelitian ini secara keseluruhan silase yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk silase yang baik jika dilihat dari segi warna.

Aroma

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata karakteristik warna silase limbah sayur kol yang telah diinokulum bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 0% (P0), 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) selama 7 hari meningkat, aroma yang dihasilkan dari P0 sampai P3 yaitu beraroma asam sedang sampai asam menyengat. Hasil uji dari reliabilitas pada variable hasil cornbach's alpha pada variable ini lebih tinggi dari pada dasar

yaitu $0,985 > 0,60$ hasil tersebut membuktikan bahwa semua pertanyaan dalam kuesioner dinyatakan reliabel.

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa, penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata terhadap aroma silase limbah sayur kol ($P < 0,05$). Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *L. plantarum* menghasilkan nilai aroma tertinggi adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Nilai aroma terendah adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, P3. Aroma silase dari P0 sampai P3 aromanya asam sedang sampai asam menyengat. Silase yang beraroma asam sedang yaitu P0 dengan rata-rata nilai 4,35 dan untuk asam menyengat yaitu P3 dengan rata-rata nilai 8,53. Kurnianingtyas, dkk (2012), menyatakan bahwa aroma asam yang dihasilkan oleh silase disebabkan oleh bakteri anaerob yang menghasilkan asam organik. Zakariah dkk, (2015) menyatakan bahwa silase dengan aroma asam segar atau asam sedang sampai asam menyengat merupakan silase dengan kualitas yang baik.

Aroma asam fermentasi disebabkan oleh kandungan asam laktat yang terdapat pada silase sebagai akibat dari aktivitas bakteri pembentuk asam laktat yang mengubah karbohidrat mudah larut menjadi asam laktat. Proses respirasi sel hijauan perlahan akan berhenti ketika oksigen yang terdapat pada media fermentasi habis terpakai, sehingga kondisi lingkungan menjadi anaerob, (Aglaziyah, dkk., 2020). Lebih lanjut dijelaskan bahwa kondisi ini menyebabkan bakteri pembentuk asam laktat (*Lactobacillus*) aktif mengubah glukosa menjadi asam laktat yang mengakibatkan penurunan pH silase dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Menurut Wati, dkk (2018) aroma silase yang sedikit asam disebabkan karena rendahnya pH silase. Aroma pada silase berkaitan dengan asam yang dihasilkan selama proses

ensilase. Silase dengan aroma segar dan sedikit asam juga menunjukkan kualitas silase yang baik. Zakariah (2016), bahwa aroma silase dipengaruhi oleh produk yang dihasilkan oleh mikrobia yang terdapat di dalam tumpukan silase. BAL di dalam silase akan menghasilkan asam laktat yang menjadikan aroma asam segar.

Tekstur

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata karakteristik warna silase limbah sayur kol yang telah diinokulum bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 0% (P0), 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) selama 7 hari meningkat, tekstur yang dihasilkan dari P0 sampai P3 yaitu bertekstur sedang sampai tidak mudah hancur. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa, penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata terhadap tekstur silase limbah sayur kol ($P < 0,05$). Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *L. plantarum* menghasilkan nilai tekstur tertinggi adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Nilai tekstur terendah adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, P3. Silase terbaik yaitu P3 dengan rata-rata 8,55 bertekstur tidak mudah hancur. Silase dengan nilai terendah yaitu P0 dengan rata-rata 4,35 bertekstur sedang atau agak lunak. Silase yang dihasilkan pada penelitian ini baik jika dilihat dari segi tekstur.

Tekstur silase dipengaruhi oleh kadar air pada hijauan tersebut. Wati, dkk (2018) menyatakan bahwa silase dapat dikatakan baik apabila tidak memiliki tekstur lembek, tidak berair, tidak berjamur dan tidak menggumpal. Proses fermentasi mengakibatkan kenaikan suhu pada lingkungan fermentasi sehingga memberikan efek pada struktur silase yang dihasilkan, proses bioteknologi yang terjadi pada bahan pakan dengan menambahkan enzim atau mikroorganisme tertentu

sehingga terjadi perubahan fisik salah satunya yaitu tekstur, (Suningsih, dkk., 2019). Dalam penelitian ini semua perlakuan memiliki tekstur sedang sampai tidak mudah hancur, sehingga secara keseluruhan silase yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk

silase yang baik jika dilihat dari segi tekstur.

Potential Hydrogen (pH) Silase

Kualitas silase harus diperhatikan pada beberapa parameter yang diamati seperti organoleptik, nutrisi dan pH.

Tabel 6. Nilai pH Silase Limbah Sayur Kol yang Diinokulum dengan *Lactobacillus plantarum* dengan Dosis yang Berbeda

Perlakuan	pH
P0	4,34±0,89 ^a
P1	4,12±0,45 ^b
P2	3,92±0,45 ^c
P3	3,8±0,00 ^d

^{abcd} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0= 0% *Lactobacillus plantarum*, P1= 2% *Lactobacillus plantarum*, P2= 4% *Lactobacillus plantarum*, P3= 6% *Lactobacillus plantarum*.

Derajat keasaman (pH) yang optimum untuk silase yang baik akan mempengaruhi tekstur, aroma, dan warna silase yaitu tidak lembek dan hijau kecoklatan, (Ratnakomala, dkk., 2006). Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata karakteristik warna silase limbah sayur kol yang telah diinokulum bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 0% (P0), 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) selama 7 hari menurun, pH yang dihasilkan dari P0 sampai P3 yaitu berkisaran pH 4,34 - 3,8. Berdasarkan hasil penelitian silase limbah sayur kol yang ditambahkan dengan bakteri *Lactobacillus plantarum* dalam jangka waktu 7 hari yang telah dilakukan analisis dengan Analisis of Varian (Anova) menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pH silase ($P < 0,05$). Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* yang menghasilkan pH tertinggi adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3. Kandungan pH terendah adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Derajat

keasaman terbaik pada penelitian ini yaitu P3 dengan rata-rata pH 3,8 dan yang paling rendah yaitu P0 dengan rata-rata pH 4,34.

Kualitas silase dapat digolongkan menjadi 4 kriteria berdasarkan pH, yaitu: kualitas baik sekali (pH 3,2-4,2), kualitas baik (pH 4,2-4,5), dan kualitas buruk (pH >4,8), penurunan pH silase juga dapat disebabkan oleh reaksi biokimia bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat, sehingga semakin besar kandungan asam laktat maka pH menjadi semakin rendah, (Septian, dkk., 2011). Pertumbuhan bakteri asam laktat akan membuat produksi asam laktat meningkat dan mengakibatkan kondisi asam yang ditandai dengan penurunan pH, (Detha, dkk., 2018). Fermentasi yang terjadi selama proses silase akan menghasilkan asam laktat, asam laktat yang diproduksi menjadikan pH silase menjadi asam. Semakin banyak koloni bakteri asam laktat yang dihasilkan pada waktu proses silase, maka silase tersebut akan semakin stabil yang ditandai dengan penurunan pH. Kisaran pH 3,2-4,5 pada silase dengan penambahan maupun tanpa inokulan termasuk pada kategori kualitas silase

sangat baik, (Zakariah, dkk. 2015). Dalam penelitian ini semua perlakuan memiliki pH baik sampai baik sekali, sehingga secara keseluruhan silase yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk silase yang baik jika dilihat dari segi pH.

Kandungan Nutrien Silase

Hasil uji kualitas kimia silase limbah sayur kol dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dan tanpa inokulan meliputi kandungan KA, PK, dan SK tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Nutrien Silase Limbah Sayur Kol yang Diinokulum dengan *Lactobacillus plantarum* dengan Dosis yang Berbeda

Perlakuan	Kadar Air	Bahan Kering	Protein Kasar	Serat Kasar
P0	89,03±0,58 ^a	10,97±0,36 ^d	12,77±2,26 ^c	8,74±1,64 ^b
P1	88,35±0,22 ^b	11,65±0,22 ^c	13,95±1,90 ^b	9,14±0,81 ^b
P2	87,65±0,25 ^c	12,34±0,27 ^b	14,04±0,92 ^b	9,28±1,81 ^b
P3	86,71±0,13 ^d	13,29±0,12 ^a	18,87±0,87 ^a	13,56±0,62 ^a

^{abcd} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0= 0% *Lactobacillus plantarum*, P1= 2% *Lactobacillus plantarum*, P2= 4% *Lactobacillus plantarum*, P3= 6% *Lactobacillus plantarum*.

Kadar Air

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa silase limbah sayur kol dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level sebagai berikut P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), dan P3 (6%) dapat menurunkan kadar air pada limbah sayur yaitu berkisaran 89,03% sampai dengan 86,71%. Hasil uji ANOVA peningkatan level bakteri *Lactobacillus plantarum* pada proses fermentasi terhadap limbah kol berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada penurunan kandungan kadar air silase limbah kol. Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* yang menghasilkan kadar air tertinggi adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3. Kandungan kadar air terendah adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Kadar air terbaik pada penelitian ini yaitu P0 dengan rata-rata kadar air 89,03% dan yang paling rendah yaitu P3 dengan rata-rata kadar air 86,71%.

Nilai kadar air menurun seiring dengan meningkatnya level bakteri *Lactobacillus plantarum*. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kadar air limbah sayur kol dari kondisi segar

dan setelah mengalami proses ensilase. Pelayuan menyebabkan berkurangnya kadar air pada bahan sehingga air yang keluar selama ensilase menjadi lebih sedikit dan silase yang dihasilkan kadar airnya pun menurun, (Nurkholis, dkk., 2018). Penambahan enzim dan BAL mampu menurunkan nilai kadar air produk atau silase yang dihasilkan, proses pemutusan ikatan peptide yang terdapat pada protein dalam proses hidrolisis protein oleh enzim protease juga membutuhkan air, semakin aktif daya proteolitiknya semakin banyak kebutuhan air, sehingga akan menurunkan nilai aktivitas air pada produk atau silase yang dihasilkan, (Mardiani, dkk., 2013).

Bahan Kering (BK)

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa silase limbah sayur kol dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level sebagai berikut P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), dan P3 (6%) dapat meningkatkan kandungan bahan kering pada limbah sayur yaitu berkisaran 10,97% sampai dengan 13,29%. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* pada silase

limbah sayur kol memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kenaikan kandungan serat kasar. Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* yang menghasilkan bahan kering tertinggi adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3. Kandungan bahan kering terendah adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Kadar bahan kering pada penelitian ini yaitu P3 dengan rata-rata bahan kering 13,29% dan yang paling rendah yaitu P0 dengan rata-rata bahan kering 10,97%.

Bahan kering pada penelitian ini mengalami kenaikan, kenaikan bahan kering diduga karena aktivitas enzim proteolitik. Enzim proteolitik bersifat larut dalam air, sehingga terjadi sintesis air oleh enzim tersebut, hidrolisis protein oleh enzim protease akan memutuskan ikatan peptida yang terdapat pada protein, proses pemutusan ini membutuhkan air, semakin aktif daya proteolitiknya maka semakin banyak kebutuhan akan air, sehingga dapat menurunkan nilai aktivitas air pada bahan dan bahan kering pun meningkat, (Usmiati & Juniawati., 2011). Kandungan BK yang meningkat pada proses ensilase dapat menghambat mikroorganisme yang tidak diinginkan, kandungan BK yang tinggi mengindikasikan proses ensilase dapat menghambat kerusakan bahan pakan, sedangkan pH yang rendah adalah refleksi baik, pada produk silase bertekstur lembut dan aroma khas silase menunjukkan fermentasi silase berjalan dengan baik dan menandakan tingginya daya recovery silase, (Balo, dkk. 2022).

Protein Kasar (PK)

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa silase limbah sayur kol dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level sebagai berikut P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), dan P3 (6%) dapat meningkatkan kandungan protein kasar pada limbah

sayur yaitu berkisaran 12,77% sampai dengan 18,87%. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* pada silase limbah sayur kol memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap peningkatan kandungan protein kasar. Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *L. plantarum* menghasilkan hasil analisis tertinggi adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Hasil analisis P0 berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3. Hasil analisis P1, dan P2 tidak berbeda nyata atau sama.

Zakariah (2016) menyatakan bahwa kenaikan PK pada silase dengan inokulasi *L. plantarum* dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan biomassa dari mikrobia. Adanya kenaikan kandungan PK merupakan kontribusi dari inokulan mikrobia berupa protein sel 190ydröge. Hal ini sesuai dengan pendapat Jamaluddin, dkk (2018) yang menyatakan bahwa mikroba proteolitik mampu menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein. Protein dari mikrobia pada pengawetan hijauan pakan secara fermentasi tersusun dari penggabungan antara nitrogen bebas dari bakteri dan senyawa sisa asam lemak 190ydrögen (campuran asam asetat, asam 190ydrögen190e, dan asam butirat) yang telah kehilangan ion oksigen, nitrogen, dan hydrogen, terbebasnya oksigen, nitrogen, dan 190ydrögen disebabkan oleh adanya peningkatan suhu selama proses fermentasi yaitu pada saat terjadinya perombakan karbohidrat dan respirasi mikrobia dalam silo (Sumarsih, dkk.,2009; Nurkholis, dkk., 2018).

Serat Kasar

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa silase limbah sayur kol dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level sebagai berikut P0 (0%), P1 (2%), P2 (4%), dan P3 (6%) dapat meningkatkan kandungan serat kasar

pada limbah sayur yaitu berkisaran 8,74% sampai dengan 13,56%. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* pada silase limbah sayur kol memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kenaikan kandungan serat kasar. Hasil uji Duncan dapat diketahui bahwa penambahan bakteri *L. plantarum* menghasilkan hasil analisis tertinggi adalah P3 yang berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2. Hasil analisis P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa level *Lactobacillus plantarum* yang digunakan dalam fermentasi limbah sayur kol mempengaruhi kandungan serat kasar limbah sayur kol yaitu semakin meningkat. Menurut Nurhayati, dkk (2014) peningkatan kandungan serat dengan meningkatnya inokulum yang digunakan diduga karena produksi biomasa yang meningkat, dinding-dinding sel bakteri merupakan sumber serat sehingga kandungan serat produk fermentasi menjadi meningkat. Menurut Hariani (2013) *L. plantarum* merupakan bakteri gram positif dengan bentuk sel batang berdasarkan perbedaan dinding sel bakteri gram positif dan negatif, lapisan peptidoglikan yang terdapat pada dinding sel bakteri gram positif lebih tebal jika dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Lebih lanjut dijelaskan Nurhayati, dkk (2014) mikroba membutuhkan zat makanan untuk berkembang, peningkatan jumlah mikroba akan mengakibatkan jumlah biomasa sehingga jumlah serat pada produk fermentasi akan meningkat.

Menurut Jaelani, dkk (2014) bahwa peningkatan serat kasar diduga karena pada kadar glukosa yang cukup, mikroba pembentuk alkohol mulai aktif, sehingga kadar alkohol meningkat, pada kadar alkohol yang tinggi mikroba yang menghidrolisis silase tidak aktif sehingga jumlah karbohidrat tidak berkurang. Lebih lanjut dijelaskan bahwa biomasa mikroba yang terbentuk sejak awal

semakin terakumulasi, sehingga peningkatan serat kasar terjadi karena karbohidrat tidak lagi terhidrolisis, dan biomasa mikroba terus bertambah.

KESIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian pengaruh penambahan *Lactobacillus plantarum* dengan level yang berbeda terhadap kualitas organoleptik, pH dan kandungan nutrisi silase limbah sayur kol dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian organoleptik menunjukkan bahwa kualitas fisik silase limbah sayur kol menggunakan *Lactobacillus plantarum* berwarna kuning kecoklatan hingga hijau daun rebus, beraroma asam sedang hingga asam menyengat, dan bertekstur sedang hingga tidak mudah hancur.
2. Silase menggunakan *Lactobacillus plantarum* memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai pH dari 3,8 menjadi 4,34.
3. Silase menggunakan *Lactobacillus plantarum* memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nutrisi silase meliputi kadar air dari 86,71% menjadi 89,03%, bahan kering dari 10,97% menjadi 13,29%, protein kasar dari 12,77% menjadi 18,87%, dan serat kasar dari 8,73% menjadi 13,56%.
4. Berdasarkan organoleptik, pH, dan kandungan nutrisi diperoleh hasil terbaik pada perlakuan penambahan 2% *Lactobacillus plantarum*.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pemberian silase limbah sayur kol menggunakan 2% *L. plantarum* secara in-vivo untuk mengetahui respon secara dari ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryatmo, J., dan Sugiyanti. 2021. Kualitas Fisik Biskuit Pakan yang Berbeda Bahan Penyusunnya. JRAP (Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan) 6 (1): 1-8.
- Aglazziyah, H., Ayuningsih. B., 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.
- Anita, Sari., Liman., dan Muhtarudin. 2016. Potensi Daya Dukung Limbah Tanaman Palawija sebagai Pakan Ternak Ruminansia di Kabupaten Pringsewu. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, 4(2):100-107.
- Balo, E. F. S., Pendong. A. F., Tuturoong. R. A. V., Waani. M. R., dan Malalantang. S.S. 2022. Pengaruh Lama Ensilase Terhadap Kandungan Bahan Kering (BK), Bahan Organik (BO), Protein Kasar (PK) Sorgum Varietas Pahat Ratun Ke-1 Pakan Ruminansia. Zootec, 24 (1):74-80.
- Chalisty, V., Utomo. R., dan Bachuddin. Z. 2017. Pengaruh Penambahan Molasses, *Lactobacillus plantarum*, *trichoderma viride* dan Campurannya Terhadap Kualitas Total Campuran Hijauan. Buletin Peternakan, 41 (4): 4311-4318.
- Chalisty, Vian. Dwi. 2021. Pengaruh Penambahan Molases, *Lactobacillus plantarum*, *Trichoderma viride*, dan Campurannya Terhadap Komposisi Kimia Silase Total Campuran Hijauan. Jurnal Sains Peternakan Nusantara, 1 (1) : 29-36.
- Detha, A., Datta. F. U., Beribe. E., Foeh. N., dan Ndaong. N. 2018. Efektivitas Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari Susu Kuda Sumba Terhadap Kualitas Silase Jerami Padi. Jurnal Kajian Veteriner, 6 (1): 31-37.
- Hidayat, N. 2014. Karakteristik dan Kualitas Silase Rumput Raja Menggunakan Berbagai Sumber dan Tingkat Penambahan Karbohidrat Fermentabel. Jurnal Agripet, 14 (1): 42-49.
- Jaelani, M., Gunawan. A., dan Asriani. I. 2014. Pengaruh Lama Penyimpanan Silase Daun Kelapa Sawit Terhadap Kadar Protein dan Serat Kasar. Ziraa'ah, 39 (1): 8-16.
- Jamaluddin, D., Nurhaeda., dan Rasbawati. 2018. Analisis Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Silase Pakan Komplit Berbahan Dasar Kombinasi Jerami Padi dan Daun Lamtoro Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. Jurnal Boinature, 19 (2) : 105-111.
- Kojo, R., Rustandi., Tulung. Y. R. dan Malalantang. S. 2015. Pengaruh Penambahan Dedak Padi dan Tepung Jagung Terhadap Kualitas Fisik Silase Rumput Gajah. Jurnal Zootek, 35 (1):21-29.
- Kurnianingtyas, I., Pandansari. P., Astuti. I., Widyawati. S., dan Suorayogi. W. P. 2012. Pengaruh Macam Akselerator Terhadap Kualitas Fisik, Kimiawi dan Biologi Silase Rumput Kolonjono. Tropical Animal Husbandry, 1 (1): 7-14.
- Lamid, Mirni., Ismudiono., S.Koesnoto., Chusniati. Sri., Hidayatik. Nanik., dan E.V.F. Vina. 2012. Karakteristik Silase Pucuk Tebu (*Saccharum officinarum*, Linn) Dengan Penambahan *Lactobacillus plantarum*. Agroveteriner, 1 (1) : 5-10.
- Li, Xiaoli., Zhou. Ruiqing., Xu. Kaiwen., Xu. Jie., Jin. JuanJuan., Fang.

- Hui., and He. Young. 2018. Rapid Determination of Chlorophyll and Pheophytin in Green Tea Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Molekul*, 23(1010):1-13.
- Mardiani, A., Sumarmono. J., dan Setyawardani. T. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Air, dan Protein Keju Peram Susu Kambing yang Mangandung Probiotik *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium longum*. *Jurnal Ilmiah Peternakan* , 1 (1):244-253.
- Nurhayati, Nelwida., dan Berliana. 2014. Perubahan Kandungan Protein dan Serat Kasar Kulit Nanas yang Difermentasi dengan Plain Yoghurt. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*, 17(1): 31-38.
- Nurkholis, Rukmi. Dyah. Laksito., dan Yuni Mariani. 2018. Penggunaan Bakteri *Lactobacillus plantarum* pada Silase Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L) Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 2(1):6-12.
- Patimah, Titin., Asroh., Intansari. Kumala., Meisani. Nanda. Delvia., Irawan. Rendi., dan Afton Atabany. 2020. Kualitas Silase dengan Penambahan Molasses dan Suplemen Organik Cair (Soc) di Desa Sukamaju, Kecamatan Cikeusal. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2 (Edisi Khusus) :88-92.
- Ramli. 2014. Pengaruh Inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1BL-2 Terhadap Kualitas Silase Limbah Ikan Tuna (*Thunnus atlanticus*). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 5 (1) : 25-30.
- Ratnakomala, S., Ridwan. R., Kartina. G., Widyastuti Y. 2006 Pengaruh Inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1BL-2 terhadap Kualitas Silase Rumput Gajag (*Pennisetum purpureum*). *Biodiversitas*, 7 (2): 131-134.
- Resti, Kurnia. Eka., Adelina., dan Suharman. Indra. 2021. Pemanfaatan Tepung Limbah Sayur Sawi Dan Kubis Yang Difermentasi Dengan Kombucha Dalam Pakan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2 (1) : 74-86.
- Sari, Maya. 2016. Pemanfaatan Limbah Jagung Untuk Pembuatan Biskuit Pakan Hijauan di Kecamatan Lima Kaum Batusangkar. *Journal of Sainstek*, 8 (2): 166-172.
- Septian, F., Kardaya. D., dan Astuti W. D. 2011. Evaluasi Kualitas Silase Limbah Sayuran Pasar Yang Diperkaya Dengan Berbagai Aditif Dan Bakteri Asam Laktat . *Jurnal Pertanian*, 2 (2); 117-124.
- Sumarsih, Sri. 2015. Pengaruh Bakteri Asam Laktat Sebagai Starter Pada Proses Ensilase. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 13 (2) : 171-175.
- Suningsih, N., Ibrahim. W., Liandris. O., dan Yulianti. R. 2019. Kualitas Fisik dan Nutrisi Jerami Padi Fermentasi pada Berbagai Penambahan Starter. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 14 (2): 191-200.
- Usmiati, S., & Juniawati, J. (2011). Karakteristik Dadih Probiotik Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus Casei*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Bifidobacterium Longum* Selama Penyimpanan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 6 (1): 1-12.
- Wati, Wiwik. Srilidiya., Mashudi., dan Irsyammawati. Artharini. 2018. Kualitas Silase Rumput Odot (*Pennisetum purpureum cv.Mott*) Dengan Penambahan *Lactobacillus plantarum* Dan Molasses Pada Waktu Inkubasi Yang Berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 1 (1) : 45-53.

- Weinberg, Z. G., Muck. R. E., Weimer. P. J., Chen. Y., dan Gamburg. M. 2004. Lactic Acid Bacteria Used in Inoculants for Silage Probiotics for Ruminants. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 118 (1-3): 1-9.
- Zakariah, M. A., Utomo. R., dan Bachruddin Z. 2015. Pengaruh Inokulum Campuran *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Kualitas Organoleptik, Fisik, Dan Kimia Silase Kulit Buah Kakao. *Buletin Peternakan*, 39 (1): 1-8.
- Zakariah, Muhammad. Askari., Utomo. Ristiano., dan Bachruddin. Zaenal. 2016. Pengaruh Inokulasi *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Fermentasi dan Kecernaan In Vitro Silase Kulit Buah Kakao. *Buletin Peternakan*, 40 (2): 124-132.