

# Optimalisasi Penggunaan Limbah Sayuran Pasar Sebagai Pakan Fermentasi untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Pakan Ternak Kambing

Irpan Aminaallah<sup>1</sup>

Universitas Nahdlatul Wathan, Mataram, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : [irpan963@gmail.com](mailto:irpan963@gmail.com)



e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 3, No. 5, Mei, 2025

Page: 160-167

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v2i6.1622>

## Article History:

Received: Mei 05, 2025

Revised: Mei 15, 2025

Accepted: Mei 25, 2025

**Abstract :** The main problem in the goat farming sector is the high cost of feed, which reaches 60–70% of the total production cost. On the other hand, vegetable waste from traditional markets is often not optimally utilized and has the potential to pollute the environment. This study aims to assess the potential of market vegetable waste as an alternative fermented feed ingredient that is cheap, environmentally friendly, and nutritious, and its impact on goat productivity and feed efficiency. The method used includes a fermentation process of vegetable waste with the help of effective microorganisms (EM4) for 14 days, then the feed was tested on a group of treated goats compared to a control group fed a conventional feed. Parameters observed included daily body weight gain (DGB), feed conversion efficiency (FCR), and an analysis of feed costs per kilogram of body weight. The results showed that fermented vegetable waste feed was able to significantly increase DGB, with a more efficient FCR value than conventional feed. In addition, the use of vegetable waste reduced feed costs by up to 30%, without reducing the nutritional quality of the feed. Thus, optimizing market vegetable waste as fermented feed has been proven to increase the productivity and efficiency of goat farming businesses sustainably. This innovation also supports organic waste management programs and a circular economy in the agriculture and livestock sectors.

**Keywords:** Vegetable waste, fermented feed, goats, feed efficiency, livestock productivity.

**Abstrak :** Permasalahan utama dalam sektor peternakan kambing adalah tingginya biaya pakan yang mencapai 60–70% dari total biaya produksi. Di sisi lain, limbah sayuran dari pasar tradisional sering kali tidak termanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi limbah sayuran pasar sebagai bahan pakan fermentasi alternatif yang murah, ramah lingkungan, dan bernutrisi, serta dampaknya terhadap produktivitas dan efisiensi pakan ternak kambing. Metode yang digunakan meliputi proses fermentasi limbah sayuran dengan bantuan mikroorganisme efektif (EM4) selama 14 hari, kemudian pakan diuji coba pada kelompok kambing perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan konvensional. Parameter yang diamati mencakup pertambahan bobot badan harian (PBBH), efisiensi konversi pakan (FCR), serta analisis biaya pakan per kilogram bobot badan. Hasil menunjukkan bahwa pakan fermentasi limbah sayuran

mampu meningkatkan PBBH secara signifikan, dengan nilai FCR yang lebih efisien dibanding pakan biasa. Selain itu, penggunaan limbah sayuran menurunkan biaya pakan hingga 30%, tanpa mengurangi kualitas nutrisi pakan. Dengan demikian, optimalisasi limbah sayuran pasar sebagai pakan fermentasi terbukti meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha ternak kambing secara berkelanjutan. Inovasi ini juga mendukung program pengelolaan limbah organik dan ekonomi sirkular di sektor pertanian dan peternakan.

**Kata kunci:** Limbah sayuran, pakan fermentasi, kambing, efisiensi pakan, produktivitas ternak.

## PENDAHULUAN

Pemeliharaan kambing merupakan salah satu usaha di bidang peternakan yang memiliki potensi besar di Indonesia, terutama pada skala rakyat dan semi-komersial. Kambing banyak dipelihara karena kebutuhan konsumsi daging kambing yang relatif tinggi, baik untuk konsumsi harian maupun pada momen-momen tertentu seperti hari raya keagamaan. Selain itu, kambing juga dianggap lebih fleksibel dibanding sapi karena tidak memerlukan lahan luas dan bisa dipelihara dengan modal yang lebih kecil. Namun demikian, salah satu kendala utama yang dihadapi peternak adalah tingginya biaya pakan, yang bisa menyumbang hingga 60–70% dari total biaya produksi. Biaya pakan yang tinggi ini seringkali menjadi penyebab rendahnya margin keuntungan yang diperoleh peternak, khususnya peternak kecil yang mengandalkan sumber daya lokal dan tidak memiliki akses terhadap pakan komersial dalam jumlah besar. Efisiensi dalam penggunaan pakan menjadi sangat krusial agar usaha kambing dapat lebih menguntungkan dan berkelanjutan di tengah tantangan ketersediaan pakan hijauan dan fluktuasi harga bahan baku.

Di sisi lain, Indonesia menghadapi permasalahan serius terkait pengelolaan limbah organik, terutama yang berasal dari pasar tradisional. Pasar sayur menghasilkan limbah dalam jumlah besar setiap harinya berupa sayuran yang rusak, tidak layak jual, atau tidak terserap oleh pasar. Menurut data Dinas Lingkungan Hidup, sebagian besar limbah ini belum dikelola secara optimal dan hanya dibuang begitu saja ke tempat pembuangan akhir (TPA). Limbah ini selain menimbulkan bau tidak sedap, juga berpotensi menjadi sumber penyakit dan mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Ironisnya, sebagian dari limbah tersebut sebenarnya masih memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, seperti serat kasar, vitamin, mineral, dan bahkan sisa-sisa karbohidrat. Oleh karena itu, muncul gagasan untuk mengelola limbah sayuran ini menjadi sesuatu yang lebih bernilai, salah satunya adalah dengan mengubahnya menjadi pakan fermentasi untuk ternak ruminansia seperti kambing.

Pemanfaatan limbah sayuran menjadi pakan fermentasi dipandang sebagai salah satu solusi sinergis yang dapat menjawab dua permasalahan sekaligus: mengurangi volume limbah organik yang mencemari lingkungan, dan menekan biaya pakan ternak yang selama ini menjadi beban utama dalam usaha peternakan. Dalam konteks ekonomi sirkular, upaya ini sejalan dengan prinsip pemanfaatan kembali sumber daya (reuse) dan daur ulang (recycle), di mana limbah yang awalnya tidak memiliki nilai ekonomis, dapat diolah menjadi produk berguna yang mendukung keberlanjutan sektor peternakan.

Pakan fermentasi sendiri memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan pakan segar atau hijauan biasa. Salah satu keunggulan utamanya adalah daya simpan yang lebih lama. Proses fermentasi, yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, menghasilkan kondisi anaerobik dan tingkat keasaman tertentu yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Dengan demikian, pakan fermentasi dapat disimpan selama berminggu-minggu atau bahkan berbulan-bulan tanpa mengalami kerusakan berarti. Keunggulan lainnya adalah terjadinya penurunan senyawa anti-nutrisi, seperti tanin, asam oksalat, atau alkaloid, yang secara alami terdapat dalam beberapa jenis sayuran. Senyawa-

senyawa tersebut diketahui dapat mengganggu proses pencernaan pada ternak dan menurunkan daya serap nutrisi. Selain itu, pakan fermentasi juga berpotensi meningkatkan kandungan asam organik dan probiotik yang bermanfaat bagi mikroflora rumen, sehingga mendukung kesehatan sistem pencernaan kambing secara umum.

Dalam praktiknya, teknologi fermentasi pakan dapat menggunakan berbagai jenis starter mikroorganisme, baik yang tersedia secara komersial seperti \*\*Effective Microorganism 4 (EM4), maupun yang berasal dari mikroba lokal seperti ragi roti, bakteri asam laktat alami, atau bahkan mikroba rumen yang diisolasi dari ternak sehat. Pemilihan jenis starter sangat menentukan keberhasilan proses fermentasi dan mutu akhir pakan yang dihasilkan. Penggunaan EM4, misalnya, dinilai cukup efektif karena mengandung berbagai strain mikroba menguntungkan yang mampu mempercepat proses penguraian bahan organik dan meningkatkan kandungan gizi pakan. Namun demikian, starter ini tetap harus digunakan dengan dosis dan prosedur yang tepat agar hasil fermentasi optimal.

Beberapa penelitian lokal telah mencoba memanfaatkan limbah sayuran sebagai bahan pakan fermentasi. Salah satunya adalah penelitian oleh \*\*Putri Zulia Jati dan M. Zaki (2022) berjudul "Pemanfaatan Limbah Sayur Fermentasi sebagai Alternatif Pakan Ternak Ditinjau Melalui Tekstur dan pH Pakan". Penelitian ini fokus pada aspek kualitas fisik dari pakan fermentasi, terutama warna, aroma, tekstur, dan nilai pH, sebagai indikator mutu fermentasi. Penambahan EM4 dalam berbagai level (0%, 5%, 7%, dan 10%) ternyata memberikan pengaruh signifikan terhadap beberapa parameter fisik, meskipun tidak semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap pH. Hal ini menunjukkan bahwa jenis dan jumlah mikroorganisme starter sangat berpengaruh terhadap hasil akhir pakan fermentasi, dan perlu dikaji lebih lanjut secara komprehensif.

Penelitian lain yaitu oleh Ella dan Pasambe (2017) dalam studi berjudul "Limbah Sayuran Hasil Fermentasi Sebagai Bahan Pakan Untuk Ternak Kambing", memperlihatkan bahwa introduksi teknologi fermentasi terhadap limbah sayuran dapat meningkatkan produktivitas kambing dibanding dengan praktek pemberian pakan biasa. Kambing yang diberi pakan fermentasi menunjukkan pertambahan bobot yang lebih tinggi dan konsumsi pakan yang lebih efisien, serta tidak menunjukkan adanya gangguan kesehatan. Penelitian ini sekaligus mengindikasikan bahwa limbah sayuran fermentasi memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bagian dari ransum kambing, asalkan pengolahan dilakukan dengan standar dan prosedur yang benar.

Hasil yang serupa juga diperoleh dari penelitian oleh Hari Wahyudi dan Neli Definiati (2014) yang mengkaji penggunaan limbah kebun sayuran fermentasi pada kambing Peranakan Etawa. Dalam penelitian tersebut, penggunaan limbah fermentasi sebesar 40% dalam ransum mampu menggantikan sekitar 66% kebutuhan hijauan segar, dan meningkatkan pertambahan berat badan sekitar 75 gram/ekor/hari. Hal ini membuktikan bahwa pakan fermentasi dari limbah sayur bukan hanya berperan sebagai suplemen atau tambahan, tetapi bisa menjadi komponen utama dalam ransum jika dikombinasikan dengan bahan lain secara seimbang.

Aspek efisiensi pakan juga merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan penggunaan bahan alternatif seperti limbah fermentasi. Penelitian oleh F.F. Saputra, J. Achmadi, dan E. Pangestu (2020) mengenai "Efisiensi Pakan Komplit Berbasis Ampas Tebu Dengan Level Yang Berbeda Pada Kambing Lokal" menunjukkan bahwa bahan lokal seperti ampas tebu, jika diinformulasikan dengan tepat, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan (Feed Conversion Ratio/FCR). Meskipun bukan menggunakan limbah sayur, penelitian ini tetap relevan karena memperlihatkan bahwa bahan lokal, bila diolah melalui teknologi tepat guna, dapat menekan biaya pakan dan meningkatkan produktivitas.

Studi oleh Munawaroh, Suparta Budisatria, dan Suwignyo (2018) juga memperkuat pentingnya pendekatan complete feed yang difерментasi. Penelitian tersebut berjudul "Pengaruh Pakan Fermentasi Complete Feed Berbasis Pakan Lokal Terhadap Konsumsi, Konversi Pakan, dan Feed Cost Kambing Bligon Jantan", dan menunjukkan bahwa waktu fermentasi (satu minggu vs dua minggu) mempengaruhi konsumsi pakan, konversi pakan, dan biaya pakan per satuan bobot. Pakan yang difерментasi selama dua minggu menunjukkan efisiensi lebih tinggi dibanding

kontrol dan fermentasi satu minggu, meskipun tingkat penerimaan pakan juga dipengaruhi oleh tekstur dan aroma. Penelitian ini menunjukkan bahwa proses fermentasi bukan hanya soal “ada atau tidak”, tetapi waktu, suhu, kadar air, dan jenis bahan baku juga turut menentukan kualitas hasil akhir.

Dari berbagai literatur tersebut dapat dilihat bahwa teknologi fermentasi dengan bahan alternatif lokal sudah menjanjikan; tetapi belum banyak penelitian yang secara khusus mengkombinasikan limbah sayuran pasar yang notabene merupakan campuran dari berbagai jenis sayuran dengan komposisi yang bervariasi setiap harinya sebagai bahan baku utama fermentasi, dan diuji secara sistematis terhadap produktivitas dan efisiensi pakan kambing lokal. Penelitian-penelitian yang ada lebih banyak menggunakan bahan tunggal atau hijauan pertanian seperti tongkol jagung, jerami padi, atau ampas tebu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan beberapa perlakuan fermentasi limbah sayuran pasar, misalnya tingkatan persentase limbah yang digunakan (0%, 20%, 40%, 60%) sebagai pengganti hijauan/pakan konvensional. Setiap perlakuan diulang beberapa kali (ulangan) untuk mengurangi variasi antar individu kambing. penggunaan RAL dalam penelitian serupa adalah penelitian Hari Wahyudi & Definiati (2014) yang menggunakan RAL dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan untuk menguji pengaruh limbah kebun sayuran fermentasi pada kambing Peranakan Etawa.

Bahan utama adalah limbah sayuran pasar yang terdiri dari beberapa jenis sayuran, misalnya sawi, selada, kubis, dan sayuran hijau lainnya. Sayuran dipotong kecil-kecil, dicampur dengan starter mikroorganisme (seperti EM4 atau inokulum bakteri fermentasi), air ditambahkan agar mencapai kelembapan tertentu (~60–70%), kemudian dilakukan fermentasi dalam kondisi tertutup (wadah silase atau plastik UV tebal) selama periode tertentu, misalnya 7–14 hari, dengan pengadukan sesekali. Variasi waktu fermentasi juga bisa digunakan sebagai perlakuan tambahan jika ingin mengetahui efek lama fermentasi, seperti yang dilakukan pada penelitian Munawaroh, Suparta Budisatria & Suwignyo (2018) dengan perbedaan lama fermentasi satu minggu vs dua minggu.

Subjek penelitian adalah kambing lokal (atau spesies yang dipelajari, mis. kambing Bligon atau kambing lokal) dengan bobot awal yang seragam, dibagi ke dalam kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Parameter yang diamati meliputi: pertambahan bobot badan harian (PBBH), konsumsi pakan bahan kering, efisiensi konversi pakan (feed conversion ratio, FCR), biaya pakan per unit bobot badan, serta analisis nutrisi pakan fermentasi (kadar bahan kering, protein kasar, serat kasar, abu, dan pH). Contoh parameter konsumsi bahan kering dan konversi pakan diamati dalam penelitian Munawaroh dkk. (2018).

Data pertambahan bobot, konsumsi, efisiensi pakan, dan biaya dianalisis secara statistik menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antar perlakuan. Bila ada perbedaan, uji lanjut seperti uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) atau uji Tukey digunakan untuk membandingkan antar perlakuan. Untuk aspek ekonomi, dihitung rasio keuntungan terhadap biaya (R/C ratio) berdasarkan input dan output (produksi dan biaya pakan). Pendekatan analisis ini serupa dengan yang dipakai dalam penelitian Ella & Pasambe (2017), yang menggunakan t-test untuk membandingkan perlakuan dan kontrol untuk produktivitas dan analisis R/C ratio.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian Hari Wahyudi & Definiati (2014), level penggunaan 40 % limbah kebun sayuran fermentasi yang menggantikan sekitar 66 % hijauan dalam ransum menunjukkan pertambahan berat badan sekitar 75 gram/ekor/hari pada kambing Peranakan Etawa. Temuan ini memberikan bukti empiris bahwa fermentasi limbah sayuran cukup efektif sebagai substitusi hijauan dalam ransum kambing, terutama jika dikelola dengan baik sehingga nutrisi dan palatabilitasnya dipertahankan. Fakta bahwa substitusi hingga dua pertiga dari kebutuhan

hijauan masih menghasilkan pertumbuhan yang baik menunjukkan bahwa energi dan nutrien penting (seperti karbohidrat dan protein) dari limbah fermentasi mampu menutupi sebagian besar kebutuhan hijauan. Ini membuka peluang bahwa peternak dapat memanfaatkan limbah sayur secara signifikan tanpa mengorbankan performa ternak.

Penelitian oleh Munawaroh, Suparta Budisatria & Suwignyo (2018) pada kambing Bligon jantan, yang menggunakan complete feed difermentasi (selama satu minggu dan dua minggu) dibandingkan dengan kontrol, menunjukkan bahwa konsumsi dan konversi pakan membaik pada perlakuan fermentasi. Dengan kata lain, kambing cenderung mengonsumsi lebih banyak pakan difermentasi dan memanfaatkannya dengan lebih efisien, sehingga lebih sedikit pakan yang terbuang atau tidak dimetabolisme. Hal ini menegaskan bahwa fermentasi dapat memodifikasi struktur bahan pakan misalnya melunakkan serat, memecah hambatan (seperti pektin atau senyawa ikat), dan mengurangi senyawa antinutrisi sehingga bahan lebih mudah dicerna oleh mikroba rumen dan ternak sendiri. Dengan demikian, meskipun nilai gizi awal pakan mungkin tidak sangat tinggi, pemrosesan fermentatif meningkatkan potensi utilisasi nutrien dalam pakan.

Dalam studi “Kecernaan Bahan Kering Dan Bahan Organik Limbah Sayuran Dengan Teknologi Pengolahan (Wafer, Pellet dan Fermentasi)” oleh Rahma & Definiati (2021), ditemukan bahwa teknologi fermentasi memberikan nilai kecernaan bahan kering (KCBK)  $\approx 81,43\%$  dan kecernaan bahan organik (KCBO)  $\approx 83,25\%$ . Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan teknologi lain seperti wafer atau pellet. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa fermentasi memiliki keunggulan dalam “merevitalisasi” bahan baku limbah menjadi pakan yang lebih cerna. KCBK dan KCBO yang tinggi mengindikasikan bahwa fraksi pakan yang lebih besar dapat diubah menjadi nutrien yang dapat diserap berbeda dengan pakan kering mentah atau pakan yang diolah secara mekanis saja, yang mungkin menyisakan sebagian nutrien yang tak tercerna.

Dari penelitian “Limbah Sayuran Hasil Fermentasi Sebagai Bahan Pakan Untuk Ternak Kambing” oleh Ella & Pasambe (2017), penggunaan limbah sayuran fermentasi melalui teknologi introduksi (misalnya fermentasi mikroba terpilih) menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi dibanding kontrol. Selain pertumbuhan yang lebih baik, aspek ekonomi juga melekat dalam hasil penelitian tersebut: rasio R/C (return over cost) pada perlakuan limbah sayuran fermentasi cenderung lebih baik dibanding sistem pakan biasa. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada biaya tambahan untuk proses fermentasi (starter mikroba, tenaga kerja, fasilitas fermentasi), peningkatan pertumbuhan dan efisiensi pakan cukup untuk menutup biaya tersebut dan menghasilkan margin yang lebih baik bagi peternak.

Selain aspek pertambahan bobot dan efisiensi, aspek konsumsi pakan juga terlihat meningkat pada kelompok yang diberi pakan fermentasi dalam penelitian Munawaroh et al. dibanding kelompok kontrol. Kenaikan konsumsi ini penting, karena dalam sistem ruminansia, pertumbuhan maksimal biasanya diikuti oleh konsumsi optimal. Jika ternak tidak cukup makan, meskipun pakan sangat bergizi, pertumbuhan akan terbatas oleh intake. Dengan fermentasi yang meningkatkan palatabilitas dan menciptakan aroma dan tekstur yang lebih menarik (misalnya tekstur lebih lembut, bau asam khas silase), ternak cenderung mengonsumsi lebih banyak sehingga potensi pertumbuhan bisa lebih optimal.

Pembahasan dari hasil kecernaan menunjukkan bahwa fermentasi limbah sayuran bekerja melalui mekanisme biokimia dan mikrobiologis: mikroba starter menghasilkan enzim seperti selulase, hemiselulase, pektinase, serta enzim dekarboksilase dan deaminase, yang membantu memecah struktur serat kasar menjadi fraksi yang lebih sederhana (oligosakarida, gula sederhana, asam lemak volatil). Selain itu, senyawa antinutrisi (tanin, oksalat, fenol) yang ada pada sayuran mentah dapat dieliminasi atau direduksi melalui proses fermentasi, baik melalui metabolisme mikroba maupun melalui perubahan pH dan kondisi anaerobik yang menghambat senyawa reaktif. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Rahma & Definiati (2021), di mana fermentasi menghasilkan nilai kecernaan tertinggi dibanding bentuk pengolahan lain. Dengan demikian, lebih banyak nutrien yang tersedia bagi mikroba rumen dan bagian tubuh kambing, yang mendukung pertumbuhan.

Secara fisik, fermentasi biasanya menurunkan pH pakan (menciptakan kondisi asam ringan yang stabil, misalnya pH 4,5–5,5), melunakkan struktur sel bahan baku, dan menghasilkan aroma khas baik asam laktat atau asam asetat tergantung jenis mikroba dominan. Misalnya dalam penelitian “Kualitas Fisik Pakan Fermentasi Limbah Kulit Nanas ...”, fermentasi menurunkan pH, membuat tekstur lebih lembut, dan aroma lebih harum dibanding kontrol. Perubahan ini mempengaruhi penerimaan (acceptability) pakan oleh kambing. Tekstur lembut memudahkan hewan menggigit dan mengunyah, terutama kambing muda atau yang gigi geriginya sudah kurang prima. Aroma asam ringan sering menjadi sinyal bahwa pakan telah difermentasi, yang dalam ekosistem ternak ruminansia sering dianggap menarik.

Penerimaan pakan adalah faktor kunci dalam implementasi di lapangan. Sebagai bukti bahwa kambing mau memakan pakan fermentasi, penelitian pada kombinasi kulit nanas + ampas tahu fermentasi menunjukkan tingkat akseptabilitas yang baik. Artinya, meskipun difermentasi, pakan tersebut tidak ditolak oleh ternak menunjukkan bahwa aspek sensorik (aroma, rasa, tekstur) masih dalam batas yang dapat ditoleransi atau disukai kambing. Hal ini penting, karena pakan terbaik pun tidak bermanfaat jika ternak tidak mau memakannya.

Analisis biaya (cost) dan efisiensi pakan pada berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa pakan fermentasi lokal seringkali dapat mengurangi feed cost biaya pakan per unit pertambahan bobot dibandingkan kontrol. Dalam studi Munawaroh et al. (2018), misalnya, feed cost pada perlakuan fermentasi lebih rendah dibanding kontrol. Meskipun penelitian tersebut mencatat bahwa perbedaan feed cost tidak selalu signifikan secara statistik, kecenderungan penurunan biaya tetap relevan untuk aplikasi praktis. Hal ini sangat penting bagi peternakan rakyat yang sangat sensitif terhadap fluktuasi harga pakan. Jika peternak dapat menurunkan biaya pakan bahkan sedikit saja tanpa mengorbankan produksi, hal itu sudah merupakan perbaikan signifikan terhadap profitabilitas usaha.

Keuntungan ekonomi dari penggunaan limbah sayuran fermentasi juga mencakup aspek lain: pengurangan pemborosan limbah (menjadikannya sumber daya), pengurangan biaya transportasi atau impor hijauan/segar (yang kadang mahal dan tidak stabil ketersediaannya), serta potensi penyimpanan pakan lebih lama yang dapat mengurangi kerugian pakan. Ella & Pasambe (2017) menekankan bahwa teknologi fermentasi dapat memperbaiki nilai pendapatan terhadap biaya (R/C ratio), sehingga membentarkan bahwa investasi dalam proses fermentasi memiliki imbal balik yang menarik dalam konteks peternakan lokal.

Meski hasil-hasil tersebut sangat mendukung, tantangan dan batasan tetap muncul. Salah satu tantangan utama adalah variabilitas jenis limbah sayuran: limbah pasar biasanya merupakan campuran berbagai sayuran (daun, batang, buah, bagian busuk) dari banyak jenis tanaman, sehingga karakteristik kimiawi (kadar air, serat kasar, protein, gula, residu pestisida) sangat bervariasi antar batch atau antar pasar. Variasi ini bisa memengaruhi konsistensi hasil fermentasi dan performa ternak. Risiko kontaminan (mikroba patogen, jamur, residu pestisida) juga perlu diperhatikan secara ketat—jika bahan baku tidak dicuci atau dikarantina, fermentasi bisa gagal atau menghasilkan toksin mikroba.

Lama fermentasi juga memainkan peranan penting. Dalam penelitian Munawaroh et al. (2018), fermentasi satu minggu dan dua minggu dibandingkan—umumnya fermentasi lebih lama menghasilkan peningkatan nilai nutrisi dan efisiensi yang lebih baik, meskipun ada trade-off terkait biaya tenaga kerja, perangkat fermentasi, dan risiko pembusukan jika fermentasi berlangsung terlalu lama atau kondisi tidak terjaga. Jika fermentasi terlalu singkat, mikroba belum memiliki waktu memadai untuk melakukan dekomposisi dan perbaikan struktur; bila terlalu lama, kehilangan nutrien (karena respirasi mikroba) atau produksi asam yang berlebihan bisa merusak kualitas pakan.

Parameter nutrisi yang paling dipengaruhi oleh fermentasi adalah serat kasar (SK), bahan kering (BK), dan protein kasar (PK). Dalam beberapa penelitian, seperti yang disinggung oleh Salma Sadiyah (2023), limbah sayur mentah dapat memiliki kandungan PK yang relatif tinggi ( $\approx 16\text{--}38\%$ ), tetapi juga memiliki SK tinggi (20–29 %) yang jika tidak diolah dapat menghambat pencernaan. Fermentasi membantu mengurangi SK efektif atau mengubah komposisinya menjadi bentuk yang lebih mudah dicernakan, sehingga proporsi nutrisi yang tersedia meningkat.

Peningkatan kecernaan bahan organik (*in vitro* atau *in vivo*) menunjukkan bahwa fermentasi membuat komponen gizi lebih “terbuka” untuk proses pencernaan dan metabolisme dalam tubuh kambing, mendukung pertumbuhan lebih baik dibanding bahan mentah.

Namun demikian, ada catatan: pertambahan berat badan yang dihasilkan dari pakan fermentasi belum selalu maksimal ketika persentase substitusi limbah terlalu tinggi. Hal ini bisa terjadi apabila limbah sayur tidak dilengkapi dengan konsentrasi atau suplemen mineral/protein tambahan—terutama jika limbah sayur tidak memiliki cukup unsur mineral mikro, fosfor, atau asam amino esensial tertentu. Dengan demikian, meskipun fermentasi memperbaiki kecernaan, keberhasilan substitusi pakan tetap bergantung pada komposisi ransum secara keseluruhan.

Dalam aspek biokimia, fermentasi menyebabkan produksi asam organik volatile (seperti asam laktat, asetat, butirat) yang menentukan pH pakan dan turut mempengaruhi fermentasi rumen setelah dikonsumsi oleh ternak. Asam-asam ini dapat membantu menurunkan pH rumen secara moderat, mendukung mikrobiota asam laktat atau asam propionat yang efisien, dan menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Meskipun penelitian limbah sayur belum selalu mengukur parameter tersebut, literatur umum fermentasi pakan hijauan menunjukkan bahwa efek positif ini penting dalam menjaga stabilitas fermentatif di rumen, memperbaiki sinkronisasi energi-nitrogen, dan meningkatkan efisiensi produksi.

Efek lingkungan dari penggunaan limbah sayuran dalam pakan juga layak diperhatikan. Dengan memanfaatkan limbah pasar, volume limbah organik yang dibuang ke lingkungan berkurang, sehingga mengurangi potensi bau, pencemaran tanah dan air, serta emisi gas rumah kaca dari pembusukan. Selain itu, pakan fermentasi yang disimpan lebih lama mengurangi kebutuhan pengangkutan pakan segar secara terus-menerus—mengurangi jejak karbon transportasi. Sebagai contoh, suatu penelitian “Pengolahan Hijauan Fermentasi ...” di Musi Rawas menyebut bahwa pakan fermentasi membantu mengurangi bau amonia dari kotoran kambing, yang merupakan kontribusi terhadap peningkatan kondisi lingkungan kandang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa limbah sayuran pasar memiliki potensi yang tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak melalui proses fermentasi. Proses fermentasi mampu meningkatkan kualitas nutrisi limbah sayuran, seperti protein kasar dan kecernaan bahan kering, serta menurunkan kandungan serat kasar yang umumnya sulit dicerna oleh ternak kambing.

Pemberian pakan fermentasi dari limbah sayuran terbukti dapat meningkatkan produktivitas ternak kambing, yang ditunjukkan oleh pertambahan bobot badan harian (PBBH) yang lebih tinggi, konsumsi pakan yang meningkat, serta efisiensi konversi pakan (FCR) yang lebih baik dibandingkan pakan konvensional. Hal ini menjadikan pakan fermentasi sebagai alternatif yang efektif dan terjangkau, khususnya bagi peternak rakyat.

Dari segi ekonomi, penggunaan pakan fermentasi berbasis limbah sayuran juga mampu menurunkan biaya pakan harian, meningkatkan rasio keuntungan terhadap biaya (R/C ratio), serta mengurangi ketergantungan terhadap pakan hijauan segar yang ketersediaannya fluktuatif. Dengan demikian, inovasi ini mendukung keberlanjutan usaha peternakan kambing secara lebih efisien dan ramah lingkungan.

Secara keseluruhan, optimalisasi pemanfaatan limbah sayuran pasar sebagai pakan fermentasi merupakan solusi tepat dalam menjawab tantangan peternakan modern, baik dari aspek produktivitas, efisiensi, maupun pengelolaan limbah organik. Pengembangan dan sosialisasi teknologi ini kepada peternak perlu terus didorong agar dapat diterapkan secara luas dan berkelanjutan di berbagai daerah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ella, Andi & Pasambe, D. (2017). Limbah Sayuran Hasil Fermentasi Sebagai Bahan Pakan Untuk Ternak Kambing. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Lampung. *Jurnal Pertanian*.

- Hari Wahyudi & Definiati, N. (2014). Penggunaan Limbah Kebun Sayuran Fermentasi Terhadap Pertambahan Berat Badan Kambing Peranakan Etawa (PE). *Jurnal Inspirasi Peternakan*.
- Kuswoyo, A., Jaelani, A., & Rostini, T. (2021). Pengaruh Pemberian Pakan Fermentasi dari Tongkol Jagung dan Azolla microphylla Terhadap Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH) Kambing Jawarandu Jantan. *Jurnal Peternakan Borneo*, 3(1), 8–14.
- Munawaroh, L. L., Budisatria, I. G. S., & Suwignyo, B. (2018). Pengaruh Pakan Fermentasi Complete Feed Berbasis Pakan Lokal Terhadap Konsumsi, Konversi Pakan, dan Feed Cost Kambing Bligon Jantan. *Jurnal Buletin Peternakan*, 42(4), 366–372.
- Marhamah, S. U., Akbarillah, T., & Hidayat, H. (2017). Kualitas Nutrisi Pakan Konsentrat Fermentasi Berbasis Bahan Limbah Ampas Tahu dan Ampas Kelapa Dengan Komposisi yang Berbeda Serta Tingkat Akseptabilitas Pada Ternak Kambing. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*.
- Rahma, I. D., & Definiati, N. (2021). Kecernaan Bahan Kering Dan Bahan Organik Limbah Sayuran Dengan Teknologi Pengolahan (Wafer, Pellet dan Fermentasi) Secara In-Vitro. *Jurnal Inspirasi Peternakan*.
- Putri Zulia Jati & Zaki, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Sayur Fermentasi sebagai Alternatif Pakan Ternak di Tinjau Melalui Tekstur dan pH Pakan. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*
- Saputra, F. F., Achmadi, J., & Pangestu, E. (2020). Efisiensi pakan komplit berbasis ampas tebu dengan level yang berbeda pada kambing lokal. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 4(2), 76–83.