

Transformasi Menuju Pengolahan Susu Ramah Lingkungan Berbasis Pemberdayaan Masyarakat: Integrasi Green Supply Chain pada Asosiasi Peternak Sapi Perah Pujon-Ngantang

Rofiaty Rofiaty^{1*}, Hidayatinnisa' Nurul²

¹Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 12-16, Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia

²Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia

*Penulis korespondensi, email: rofiaty@ub.ac.id

doi: 10.17977/um050v8i12025p98-111

Riwayat artikel

Diajukan: 22 April 2025

Direvisi: 8 Juni 2025

Diterima: 13 Juni 2025

Diterbitkan: 15 Juni 2025

Kata kunci

Community empowerment

Dairy farming

Green Supply Chain Management

Sustainability

Abstrak

Pengabdian masyarakat berbasis pemberdayaan masyarakat di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, bertujuan meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan peternakan sapi perah melalui pendekatan Green Supply Chain Management (GSCM). Asosiasi Peternak Sapi Perah Pujon-Ngantang menghadapi tantangan berupa pakan ternak berkualitas rendah dan pengelolaan limbah kotoran sapi yang belum optimal, yang berdampak pada produktivitas susu dan lingkungan. Metode yang digunakan meliputi pelatihan pembuatan pakan ternak (complete feed), pengolahan susu menjadi yogurt, dan pengelolaan limbah menjadi biogas serta pupuk organik, serta pemberian alat pencacah (chopper) untuk efisiensi pakan. Hasilnya, produktivitas susu meningkat 20% (dari 1.000–1.200 liter/hari menjadi 1.200–1.440 liter/hari untuk 60 peternak), efisiensi operasional naik dan emisi metana berkurang melalui pengelolaan limbah. Program ini mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) dengan meningkatkan kesejahteraan peternak dan keberlanjutan lingkungan. Luaran meliputi prosiding seminar nasional, publikasi media massa, dan peningkatan daya saing produk melalui kualitas susu dan pemanfaatan limbah.

1. Pendahuluan

Sektor peternakan sapi perah di Indonesia memainkan peran penting dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian nasional, terutama melalui produksi susu segar yang bernilai gizi tinggi. Wilayah Pujon dan Ngantang di Kabupaten Malang, Jawa Timur, dikenal sebagai salah satu sentra utama produksi susu sapi nasional berkat kondisi geografis dan iklimnya yang mendukung. Kecamatan ini terletak di dataran tinggi dengan curah hujan tinggi dan suhu sejuk, yang menjadikannya ideal untuk budidaya sapi perah. Sejak berdirinya Koperasi Susu SAE pada tahun 1962 dan kemitraan strategis dengan PT Nestlé Indonesia pada tahun 1975, wilayah ini telah mengalami pertumbuhan signifikan dalam volume produksi susu. Pada tahun 2010, tercatat lebih dari 26.000 anggota koperasi dengan volume produksi mencapai lebih dari 41 juta liter per tahun.

Namun, dalam beberapa tahun terakhir, peternakan rakyat di wilayah ini mengalami tantangan serius. Data dari Kelompok Usaha Peternak Sapi Ngantang menunjukkan bahwa produksi susu harian menurun dari sekitar 4.800 liter per hari (2013) menjadi hanya 1.200 liter per hari (2023). Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor, di antaranya: rendahnya kualitas pakan ternak, pengelolaan limbah kotoran sapi yang belum optimal, serta kurangnya diversifikasi produk olahan susu. Tantangan tersebut bukan hanya menurunkan produktivitas dan pendapatan peternak, tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar akibat pencemaran limbah ternak dan peningkatan emisi gas rumah kaca.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini adalah penerapan Green Supply Chain Management (GSCM), yang mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dalam seluruh aktivitas rantai pasok, mulai dari penyediaan bahan baku, proses produksi, hingga pengelolaan limbah. Dalam konteks peternakan sapi perah, GSCM dapat diterapkan melalui pelatihan pembuatan pakan berkualitas (complete feed), teknologi tepat guna seperti mesin pencacah (chopper), pengolahan limbah menjadi biogas dan pupuk organik, serta pengembangan produk turunan seperti yogurt. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, tetapi juga memperkuat daya saing peternak dalam jangka panjang serta mendorong pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya pada pilar ketahanan pangan, energi bersih, dan pengurangan dampak lingkungan.



Gambar 1. Situasi Peternakan Kelompok Usaha Sapi Perah

Penerapan Green Supply Chain Management (GSCM) pada sektor peternakan sapi perah merupakan kebutuhan mendesak dalam menjawab tantangan rendahnya efisiensi produksi, ketergantungan pada musim, serta tekanan terhadap keberlanjutan lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Furqon et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi GSCM dalam industri susu segar mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus menekan dampak negatif terhadap lingkungan melalui pengurangan limbah dan optimalisasi penggunaan sumber daya. Hal ini diperkuat oleh temuan Mustaniroh et al. (2020) yang mengevaluasi implementasi GSCM pada Koperasi Agro Niaga Jabung, dan menemukan bahwa indikator seperti efisiensi energi dan pengelolaan limbah berdampak langsung pada kualitas produk dan daya saing koperasi. Namun, penerapan strategi ini belum berjalan optimal di tingkat peternakan rakyat, terutama karena kurangnya kesadaran, akses teknologi, dan dukungan kelembagaan (Ismail, 2023). Beberapa studi sebelumnya juga telah menunjukkan bahwa penerapan teknologi pakan lengkap (complete feed) dan fermentasi silase secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi konversi pakan menjadi susu serta meningkatkan kesehatan ternak (Greenfields Feed Report, 2023). Selain itu, pengolahan limbah kotoran sapi menjadi biogas terbukti mengurangi emisi metana dan memberikan alternatif energi terbarukan bagi rumah tangga peternak (FAO, 2021). Inisiatif semacam ini sangat relevan dengan pendekatan green supply chain yang berfokus pada sirkularitas dan efisiensi sumber daya (Srivastava, 2007). Namun demikian, implementasi nyata GSCM dalam skala komunitas peternakan rakyat di Indonesia masih sangat terbatas, baik dari aspek pengetahuan teknis, akses teknologi, maupun dukungan kelembagaan.

Dalam konteks UMKM peternakan sapi perah, praktik GSCM terbukti berpengaruh terhadap peningkatan kinerja lingkungan dan pengurangan biaya operasional (Siregar & Pinagara, 2022). Sayangnya, aspek lingkungan seperti pengolahan limbah kotoran sapi masih menjadi tantangan besar, sebagaimana diungkapkan oleh Suryaningrat et al. (2020), yang mencatat bahwa meskipun kegiatan produksi susu secara ekonomi layak, pengelolaan limbah cair masih belum memenuhi standar kualitas lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa keberlanjutan tidak hanya diukur dari sisi ekonomi, tetapi juga sangat tergantung pada kemampuan peternak mengelola dampak ekologis dari aktivitas usahanya.

Oleh karena itu, urgensi penguatan kapasitas peternak dalam mengadopsi prinsip-prinsip GSCM menjadi sangat penting. Melalui pendekatan pengabdian kepada masyarakat, diantaranya:

- a. Penerapan teknologi tepat guna seperti mesin pencacah (chopper),
- b. Pelatihan pembuatan pakan ternak dengan silase dan complete feed,
- c. Pengolahan limbah menjadi biogas dan pupuk,
- d. Diversifikasi produk olahan susu seperti yogurt dapat menjadi solusi konkret.

Selain mendukung produktivitas dan efisiensi usaha peternak, strategi ini juga memberikan kontribusi terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam aspek ketahanan pangan, energi bersih, dan tanggung jawab lingkungan. Dengan demikian, penguatan GSCM bukan hanya sebuah opsi, tetapi telah menjadi keharusan strategis bagi transformasi peternakan sapi perah rakyat menuju sistem yang tangguh, efisien, dan berkelanjutan.

Konsep *Green Supply Chain Management* (GSCM) sendiri merupakan pendekatan integratif dalam pengelolaan rantai pasok yang menggabungkan aspek lingkungan ke dalam seluruh siklus hidup produk, mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi, konsumsi, hingga pengelolaan limbah. Dalam konteks peternakan sapi perah, GSCM berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Penerapan *GSCM* menitikberatkan pada praktik-praktik seperti penggunaan pakan berkualitas yang diformulasi secara efisien untuk mengurangi sisa dan limbah, pemanfaatan limbah ternak menjadi energi terbarukan (biogas) dan pupuk organik (kompos), produksi olahan susu bernilai tambah seperti yogurt untuk memperpanjang umur simpan dan mengurangi risiko limbah pangan, serta digitalisasi dan manajemen distribusi yang lebih cermat untuk menurunkan jejak karbon. Model ini kontras dengan rantai pasok konvensional yang cenderung linear dan tidak memperhitungkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan keberlanjutan. *GSCM* memperkuat posisi pelaku usaha dalam hal ini peternak untuk tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga memenuhi standar lingkungan dan sosial yang semakin menjadi tuntutan pasar modern.

Tabel 1 berikut memberikan perbandingan antara sistem supply chain konvensional dengan pendekatan *GSCM* yang diterapkan dalam kegiatan ini:

Tabel 1. Perbandingan Sistem Supply Chain Konvensional dengan Pendekatan *GSCM*

Aspek	Supply Chain Konvensional	Green Supply Chain Management (<i>GSCM</i>)
Fokus utama	Efisiensi biaya dan produksi massal	Efisiensi dan keberlanjutan lingkungan dan sosial
Pengelolaan limbah	Buang atau minim pengolahan	Daur ulang: biogas, kompos
Produk turunan	Terbatas, susu segar	Diversifikasi: yogurt, pupuk, energi
Teknologi	Manual/tradisional	Teknologi tepat guna (chopper, fermentasi, dsb.)
Nilai tambah produk	Rendah	Tinggi (produk olahan, ramah lingkungan)
Citra usaha	Konvensional	Berkelanjutan, pro-lingkungan

Dengan demikian, kegiatan pengabdian masyarakat yang berfokus pada transformasi sistem peternakan melalui integrasi *GSCM* menjadi sangat penting untuk dilakukan. Kegiatan ini bertujuan untuk:

- a. Meningkatkan kapasitas dan pengetahuan peternak tentang praktik pakan ternak yang efisien dan berkelanjutan
- b. Mengembangkan keterampilan peternak dalam mengolah susu menjadi produk turunan bernilai tinggi seperti yogurt
- c. Mengoptimalkan pengelolaan limbah ternak menjadi energi dan pupuk organik;
- d. Menyediakan teknologi tepat guna guna menunjang efisiensi operasional peternakan.

Penerapan Solusi ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan pendapatan peternak, tetapi juga memperkuat posisi Asosiasi Peternak Sapi Perah Pujon-Ngantang sebagai pelaku usaha yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan mempertimbangkan urgensi dan potensi kontribusinya, diharapkan hasil kegiatan ini dapat menjadi contoh replikasi bagi daerah lain yang menghadapi tantangan serupa serta mendorong kolaborasi lintas sektor dalam mewujudkan peternakan berkelanjutan di Indonesia.

2. Metode

2.1. Lokasi dan Mitra Kegiatan

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di wilayah kerja Asosiasi Peternak Sapi Perah Pujon-Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Wilayah ini dipilih karena memiliki sejarah panjang sebagai sentra produksi susu, namun menghadapi penurunan signifikan dalam produktivitas dan keanggotaan peternak selama lima tahun terakhir. Kelompok mitra utama adalah Kelompok Usaha peternak sapi Ngantang, yang pada tahun 2013 memiliki 120 peternak dengan kapasitas produksi susu harian 4.500–4.800 liter, namun menurun menjadi 60 peternak dan hanya 1.000–1.200 liter per hari pada tahun 2023.



Gambar 2. Diskusi Awal dengan Kelompok Usaha Peternak Sapi

2.2. Desain Kegiatan

Metode yang digunakan adalah *Participatory Action Research* (PAR), di mana tim pelaksana dan peternak bekerja secara kolaboratif untuk mengidentifikasi masalah, merancang solusi, menerapkan inovasi, serta mengevaluasi dampak secara langsung. Setiap langkah kegiatan dilakukan dengan pendekatan edukatif-partisipatif, yaitu pelatihan disertai praktik langsung, pendampingan, dan penyerahan teknologi tepat guna. Prosedur dibagi menjadi empat bidang utama: manajemen pakan, pengolahan limbah, diversifikasi produk susu, dan pemberdayaan teknologi produksi.

2.3. Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini terdiri dari beberapa tahapan teknis utama yang mencerminkan penerapan prinsip *Green Supply Chain Management* (GSCM). Fokus kegiatan diarahkan pada peningkatan efisiensi produksi, pengolahan limbah, serta peningkatan nilai tambah melalui diversifikasi produk.

2.3.1. Pelatihan Pembuatan Pakan Berkualitas (*Complete Feed* dan *Silase*)

Silase merupakan pakan hijauan ternak yang diawetkan yang disimpan dalam kantong plastik yang kedap udara atau silo, drum, dan sudah terjadi proses fermentasi dalam keadaan tanpa udara atau anaerob.

Tujuan utama pembuatan silase adalah untuk memaksimalkan pengawetan kandungan nutrisi yang terdapat pada hijauan atau bahan pakan ternak lainnya, agar dapat disimpan, untuk kemudian diberikan sebagai pakan bagi ternak sehingga dapat mengatasi kesulitan dalam mendapatkan pakan hijauan pada musim kemarau atau minim pakan.

Bahan – bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan silase

- a. Rumput Gajah atau hijauan sebagai bahan silase,
- b. Tetes tebu(molasses) = 3% dari bahan silase,
- c. Dedak halus =5% dari bahan silase,
- d. Silo atau kantong plastic

Cara pembuatan Silase

- a. Potong rumput Gajah dengan ukuran 5-10 cm dengan menggunakan parang, atau dengan menggunakan mesin chopper.
- b. Campurkan rumput yang sudah dipotong kecil dengan tetes tebu, dan dedak sesuai jumlahnya hingga menjadi satu campuran
- c. Bahan pakan ternak tersebut dimasukkan dalam silo dan sekaligus dipadatkan sehingga tidak ada rongga udara selama 3 minggu.
- d. Setelah pakan hijauan dimasukkan semua, diberikan lembaran plastik, dan ditutup rapat, dan diberi pemberat seperti batu, atau kantong plastic yang diisi dengan tanah.

Cara pengambilan silase

Sesudah tiga minggu proses silase telah selesai, dan silo dapat dibongkar, Proses silase yang benar dapat bertahan satu sampai dua tahun, bahkan lebih. Pengambilan silase secukupnya untuk pakan ternak, contohnya untuk 3-5 hari.Silase yang baru dibongkar sebaiknya dijemur atau diangin-anginkan terlebih dahulu. Jangan sering-sering membuka silo untuk mengambil silase, ambil seperlunya, dan tutup rapat kembali silase nya, agar silase tidak mudah rusak.

Ciri-ciri silase yang baik

- a. Berbau harum agak manis-manisan,
- b. Tidak berjamur,

- c. Tidak menggumpal,
- d. Tidak berlendir,
- e. Berwarna kehijau-hijauan,
- f. Tekstur rumput masih jelas,
- g. pH berkisar antara 4 sampai 4,5.

Manfaat silase adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kualitas hijauan pakan ternak melalui peningkatan kualitas nutrien dan daya cerna; Kandungan serat kasar yang tinggi pada hijauan pakan ternak menyebabkan rendahnya kecernaan. Upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan memberi perlakuan sebelum diberikan pada ternak atau melalui proses pengawetan sehingga kandungan nutrisinya dapat ditingkatkan.
- b. Meningkatkan daya tahan penyimpanan; Silase yang terbentuk karena proses fermentasi ini dapat disimpan untuk jangka waktu yang lama tanpa banyak mengurangi kandungan nutrisi dari bahan bakunya. udara/oksigen), dimana bakteri asam laktat akan mengkonsumsi zat gula yang terdapat pada bahan baku, sehingga terjadi proses fermentasi.
- c. Menanggulangi kebutuhan hijauan pakan pada saat musim tertentu; Proses silase dapat meningkatkan daya simpan pakan ternak.
- d. Pemanfaatan hasil limbah pertanian; Limbah pertanian seperti sisa pemanenan jagung, padi, dan kacang yang tidak bernilai guna dapat dijadikan pakan ternak setelah difermentasi terlebih dahulu



Gambar 3. Hasil Silase

Selain silase, pelatihan juga mencakup pembuatan complete feed, yaitu campuran pakan seimbang yang terdiri dari hijauan, konsentrat, serta tambahan mineral dan vitamin dalam satu formulasi. Tujuannya adalah memberikan nutrisi lengkap dalam setiap pemberian pakan, meningkatkan performa sapi perah, dan menyederhanakan sistem pemberian pakan harian (Prasetyo et al., 2022). Implementasi complete feed dalam skala kecil juga terbukti mampu mengurangi variabilitas dalam produksi susu dan meningkatkan efisiensi konversi pakan (Suryani & Andriani, 2020).

Berdasarkan praktik peternakan modern yang dilakukan oleh Greenfields (salah satu produsen susu ternama di Indonesia), untuk menghasilkan kualitas susu yang tinggi dan memastikan efisiensi produksi, salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan pemberian *complete feed* untuk sapi perah. *Complete feed* adalah pakan ternak yang dirancang dalam memenuhi kebutuhan nutrisi hewan ternak secara lengkap dalam satu formulasi yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, kesehatan ternak dan efisiensi operasional.

Adapun Komponen *complete feed* yaitu terdiri dari:

- a. Bahan Utama berupa
 - a) Hijauan Kering dan Segar: Jerami padi, silase jagung, dan hay impor digunakan sebagai sumber serat.
 - b) Konsentrat: Kombinasi bahan energi tinggi (jagung giling, dedak padi) dan protein tinggi (bungkil kedelai, tepung ikan).

- c) Mineral dan Vitamin: Penambahan premiks mineral dan vitamin untuk menjaga kesehatan sapi serta mendukung produksi susu.
- d) Aditif Pakan: Probiotik, prebiotik, atau enzim untuk mendukung kesehatan rumen dan meningkatkan efisiensi pencernaan.
- b. Kandungan Nutrisi
 - a) Protein Kasar (Crude Protein/CP): 16–18%.
 - b) Energi Metabolisme (Metabolizable Energy): 2.2–2.6 Mcal/kg.
 - c) Serat Kasar: 20–30%.
 - d) Mineral Makro (Ca, P, Mg) dan Mikro (Zn, Mn, Cu).

Beberapa keunggulan complete feed dibandingkan dengan pakan ternak konvensional yaitu mencakup efisiensi operasional, produktivitas susu baik secara kuantitas ataupun kualitas, keseimbangan nutrisi dan kesehatan ternak. Berikut merupakan komponen dan komposisi pembuatan *complete feed*.

- a. Hijauan Kering atau Fermentasi (50–60% dari total pakan)
 - a) Silase Jagung: Sebagai sumber energi tinggi, serat, dan karotenoid.
 - b) Hay (Rumput Odot/Alfalfa): Kaya serat kasar untuk mendukung fungsi rumen dan pencernaan.
- b. Bahan Konsentrat (40–50% dari total pakan) Sumber Energi:
 - a) Jagung giling (20–30%): Sebagai sumber energi utama.
 - b) Dedak padi (10–15%): Kaya serat larut dan vitamin B.

Sumber Protein:

- a. Bungkil kedelai (5–10%): Tinggi protein untuk mendukung produksi susu.
- b. Bungkil kelapa atau sawit (5–8%): Alternatif protein dengan biaya lebih rendah.

Sumber Lemak:

- a. Minyak nabati atau lemak hewan (1–3%): Sebagai tambahan energi yang mudah dicerna.
- c. Vitamin dan Mineral (0.5–1%):
 - a) Premiks Mineral: Mengandung kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), dan mikronutrien seperti seng (Zn), mangan (Mn), dan tembaga (Cu).
 - b) Vitamin: Penambahan vitamin A, D, dan E untuk mendukung kekebalan tubuh dan kualitas susu.
- d. Aditif Pakan (0.5–2%):
 - a) Probiotik dan Prebiotik: Meningkatkan kesehatan rumen dan efisiensi pencernaan.
 - b) Buffering Agents: Sodium bikarbonat untuk mencegah asidosis.

Berikut contoh formulasi *complete feed* untuk sapi perah

Tabel 2. Komposisi *complete feed* untuk sapi perah

Komposisi Pakan (dalam % dari total bahan baku)	
Bahan Pakan	Persentase (%)
Silase Jagung	30-40
Hay (Alfalfa/rumput odot)	20-25

Komposisi Pakan (dalam % dari total bahan baku)	
Jagung Giling	15-20
Dedak Padi	10-15
Bungkil Kedelai	5-10
Bungkil Sawit/kelapa	5-8
Premiks Mineral	1-2
Aditif Pakan	1-2

Sumber: Laporan Manajemen Pakan Sapi Perah, 2023

- Komposisi Komposisi dapat disesuaikan berdasarkan umur, berat badan, dan fase produksi sapi (laktasi, kering kandang).
- Sumber bahan pakan seperti jerami padi atau ampas tahu juga dapat digunakan sebagai pengganti jika tersedia secara lokal.
- Pemberian complete feed diberikan 2-3 kali sehari, sesuai kebutuhan nutrisi harian (3-4% dari berat sapi).



Gambar 4. Hasil Complete Feed

2.3.2. Pengolahan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Kompos dan Biogas

Pembuatan kompos dari kotoran sapi merupakan salah satu metode pengolahan limbah ternak yang efektif dan ramah lingkungan. Proses ini tidak hanya membantu mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat bagi kesuburan tanah serta meningkatkan produktivitas pertanian.

Bahan:

- Kotoran sapi sebanyak 800 kg
- Sekam padi sebanyak 200 kg
- Molases (tetes tebu) sebanyak 2,5 liter
- Dekomposer (misalnya EM4 atau Stardec) sebanyak 2,5 kg
- Air secukupnya

Alat:

- Cangkul atau sekop untuk pencampuran
- Ember untuk melarutkan bahan tambahan
- Terpal atau plastik untuk menutup tumpukan kompos

Tahapan Pembuatan

- a. Persiapan Lokasi
 - a) Pilih lokasi yang teduh dan terhindar dari hujan langsung.
 - b) Pastikan lokasi bersih dari benda asing dan memiliki sirkulasi udara yang baik.
 - c) Siapkan area pembuatan kompos berbentuk persegi panjang sesuai kebutuhan.
- b. Pencampuran Bahan
 - a) Campurkan kotoran sapi dengan sekam padi hingga merata.
 - b) Larutkan molases dalam air dan tambahkan dekomposer, kemudian aduk hingga tercampur rata.
- c. Penyusunan Tumpukan
 - a) Hamparkan campuran kotoran sapi dan sekam padi setebal 15–20 cm.
 - b) Sirami dengan larutan dekomposer secara merata hingga kelembaban cukup.
 - c) Ulangi langkah ini hingga seluruh bahan habis, membentuk tumpukan berlapis.
- d. Fermentasi dan Pemeliharaan
 - a) Tutup tumpukan kompos menggunakan terpal atau plastik untuk menjaga kelembaban dan suhu.
 - b) Biarkan proses fermentasi berlangsung selama 1–2 minggu.
 - c) Aduk tumpukan setiap 3–5 hari untuk memastikan aerasi yang baik dan distribusi panas yang merata.
 - d) Jika tumpukan terlalu kering, tambahkan air secukupnya.
- e. Pematangan dan Penyimpanan
 - a) Kompos yang telah matang biasanya ditandai dengan warna coklat kehitaman, tekstur remah, dan bau seperti tanah.
 - b) Proses pematangan umumnya berlangsung selama 3–4 minggu.
 - c) Setelah matang, kompos dapat disimpan di tempat yang kering sebelum digunakan.

Dengan menerapkan metode ini, kotoran sapi dapat diolah menjadi pupuk kompos berkualitas tinggi yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan.



Gambar 5. Hasil pupuk kandang

Pembuatan biogas dari kotoran sapi merupakan solusi efektif untuk mengolah limbah ternak menjadi sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Proses ini tidak hanya mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan, tetapi juga menyediakan alternatif energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari, seperti memasak dan penerangan. Berikut adalah panduan pembuatan biogas dari kotoran sapi:

Bahan dan Alat yang Diperlukan:

- a. Bahan:
 - a) Kotoran sapi segar
 - b) Air
- b. Alat:
 - a) Bak penampung sementara
 - b) Digester (tangki fermentasi anaerob)
 - c) Pipa inlet dan outlet
 - d) Pipa penyalur gas
 - e) Kompor gas atau alat lain yang kompatibel dengan biogas

Langkah-langkah Pembuatan:

- a) Persiapan Bahan: Campurkan kotoran sapi dengan air dalam bak penampung sementara dengan perbandingan 1:1 hingga membentuk lumpur.
- b) Pengisian Digester: Masukkan campuran lumpur kotoran sapi ke dalam digester melalui pipa inlet. Pastikan digester dalam kondisi kedap udara untuk mendukung proses fermentasi anaerob.
- c) Proses Fermentasi: Biarkan campuran dalam digester mengalami fermentasi anaerob selama 10–20 hari. Selama periode ini, mikroorganisme akan menguraikan bahan organik dan menghasilkan biogas yang terdiri dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2).
- d) Pengumpulan dan Penggunaan Biogas: Biogas yang dihasilkan akan terkumpul di bagian atas digester dan dapat disalurkan melalui pipa penyalur gas ke kompor atau alat lain yang kompatibel untuk digunakan sebagai sumber energi.

Keuntungan Pembuatan Biogas:

- a. Mengurangi emisi gas rumah kaca dengan memanfaatkan metana yang dihasilkan dari dekomposisi kotoran sapi.
- b. Menyediakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan rumah tangga.
- c. Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
- d. Menghasilkan residu padat yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi.

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, peternak dapat mengolah kotoran sapi menjadi biogas yang bermanfaat, sekaligus mendukung praktik peternakan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2.3.3. Diversifikasi Produk Susu (Yogurt)

Pembuatan *yogurt* dari susu sapi merupakan salah satu metode pengolahan susu yang menghasilkan produk bergizi tinggi dengan manfaat kesehatan yang beragam. Proses ini melibatkan fermentasi susu menggunakan bakteri asam laktat yang mengubah laktosa menjadi asam laktat, sehingga memberikan rasa khas yang sedikit asam serta tekstur yang lebih kental. Yogurt tidak hanya mudah dicerna, tetapi juga mengandung probiotik yang baik untuk kesehatan pencernaan. Berikut adalah panduan langkah demi langkah dalam pembuatan yogurt dari susu sapi.

- a. Bahan
 - a) 1 liter susu sapi segar
 - b) 2 sendok makan yogurt plain sebagai starter
- b. Alat
 - a) Panci pemanas
 - b) Termometer dapur
 - c) Wadah bersih dengan penutup
 - d) Sendok atau pengaduk steril

Langkah-langkah Pembuatan

- a) Pemanasan Susu: Tuangkan susu sapi segar ke dalam panci dan panaskan hingga mencapai suhu sekitar 85°C. Aduk perlahan untuk menghindari susu mendidih atau terbakar. Pemanasan ini bertujuan untuk mengubah struktur protein susu agar menghasilkan tekstur yogurt yang lebih baik.
- b) Pendinginan Susu: Setelah dipanaskan, diamkan susu hingga suhunya turun menjadi sekitar 40°C. Suhu ini ideal untuk pertumbuhan bakteri fermentasi.
- c) Penambahan Starter: Tambahkan 2 sendok makan yogurt plain yang mengandung bakteri aktif ke dalam susu yang telah didinginkan. Aduk hingga merata agar bakteri tersebar secara optimal.
- d) Proses Fermentasi: Tuangkan campuran susu dan starter ke dalam wadah bersih, lalu tutup rapat. Simpan di tempat yang hangat dengan suhu sekitar 40°C selama 6–8 jam atau hingga yogurt mengental.
- e) Penyimpanan dan Konsumsi: Setelah fermentasi selesai, yogurt siap dikonsumsi atau disimpan di dalam lemari es untuk memperpanjang masa simpannya.

Keuntungan Pembuatan Yogurt

- a) Meningkatkan daya tahan tubuh dengan kandungan probiotik yang baik untuk kesehatan pencernaan.
- b) Mengolah susu menjadi produk yang lebih mudah dicerna, terutama bagi individu dengan intoleransi laktosa ringan.
- c) Memiliki masa simpan yang lebih lama dibandingkan susu segar.
- d) Dapat dikreasikan dengan tambahan buah, madu, atau granola untuk variasi rasa.
- e) Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, peternak mampu membuat yogurt berkualitas tinggi di rumah, baik untuk konsumsi sendiri maupun sebagai peluang usaha.



Gambar 6. Hasil Yogurt

2.3.4. Penerapan Teknologi Tepat Guna (Mesin Chopper)

Mesin pencacah rumput adalah alat yang mempermudah dalam proses perajangan atau mengiris rumput menjadi berbagai bentuk untuk memenuhi kebutuhan. Tidak hanya dalam peternakan, yang jelas-jelas dengan adanya mesin ini akan membantu dalam produksi pakan ternak. Namun juga punya manfaat penting di bidang yang lain, seperti perkebunan, industri taman, industri pupuk, dan sebagainya.

Berdasarkan kapasitas rajang/iris per jamnya, mesin untuk mencacah rumput dibagi menjadi beberapa jenis. Mulai dari mesin dengan kapasitas 100 kilogram per jam, hingga 2 ton (2.000 kilogram) per jamnya. Semakin besar kemampuan kapasitas rajang, maka harga mesin pencacah rumput juga semakin mahal.

Rumput yang bisa masuk ke dalam mesin juga berbeda-beda agar bisa diproses. Secara umum, berbagai jenis rumput seperti rumput gajah, jerami, tebon jagung, tebu, bahkan ranting pun dapat masuk ke dalamnya. Hasil keluaran dari mesin perajang rumput ini bisa bervariasi, dengan tekstur lembut sampai kasar. Berdasarkan informasi pendahuluan di atas, mesin ini dapat digunakan baik oleh individu maupun pabrik/industri. Dalam menentukan jenis mesin yang tepat, harus memperhatikan berbagai faktor yang berkaitan dengan kebutuhan masing-masing pihak.

Pengoperasian Alat

Dalam praktiknya, banyak petani, peternak, maupun industri tertentu yang menggunakan mesin pencacah. Baik untuk mencacah kompos menjadi ukuran lebih halus, mencacah rumput untuk pakan ternak, hingga kebutuhan lain berdasarkan masing-masing tujuan.

- a. Cara kerja mesin ini dimulai ketika user menghidupkannya. Untuk menghidupkan, secara umum ada 2 jenis, menggunakan listrik maupun engine. Jika menggunakan listrik, user cukup mencolokkan ke sumber daya. Sedangkan jika menggunakan engine (biasanya diesel), harus memutar tuas agar mesin hidup.
- b. Selanjutnya, masukkan bahan baku (kompos kambing, rumput, jerami, atau yang lainnya) ke dalam input hopper (corong) mesin. Pastikan input hopper tidak melebihi ambang batas kapasitas mesin. Misalnya, jika memasukkan gedebog pisang, jangan langsung satu batang Anda masukkan. Namun potong lebih dulu sewajarnya agar bisa masuk.
- c. Bahan baku tersebut akan diteruskan menuju pisau pencacah yang berada di dalam. Terkait desain pisau mesin pencacah rumput berbeda-beda tergantung jenis penggunaan. Untuk desain pemotong rumput gajah, umumnya di pasaran punya bentuk lurus. Namun ada juga yang mempunyai desain melengkung dengan 2 buah mata pisau, yang mampu memotong lebih cepat dan rata dibandingkan 1 pisau lurus.
- d. Setelah bahan baku sudah terpotong, maka langsung menuju ke output hopper atau corong keluaran. User bisa menambahkan wadah seperti karung untuk memasukkan hasil rajang secara lebih efisien. Atau hanya memberi alas supaya hasilnya tidak tercampur dengan tanah juga tidak masalah.
- e. Jika semua proses rajang atau cacah bahan baku sudah selesai, jangan lupa mematikan mesin.

Menggunakan mesin dalam proses mencacah rumput maupun bahan baku yang lain benar-benar memudahkan kinerja manusia. Jika dalam satu jam seseorang harus mengeluarkan tenaga amat banyak dalam mencacah rumput, hadirnya mesin ini akan mengurangi secara drastis tenaga yang dibutuhkan.



Gambar 7. Alat Chopper

2.4. Evaluasi dan Pengukuran Dampak

Evaluasi dampak kegiatan pengabdian dilakukan untuk menilai efektivitas intervensi terhadap peningkatan kapasitas peternak dan keberlanjutan praktik peternakan. Evaluasi ini dilaksanakan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu secara kualitatif dan kuantitatif, guna memperoleh gambaran yang menyeluruh terhadap perubahan yang terjadi selama dan setelah pelaksanaan program.

a. Evaluasi Kualitatif

Metode ini dilakukan melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara mendalam dengan para peternak. Aspek yang dievaluasi mencakup:

- a) Perubahan dalam praktik budidaya, khususnya dalam hal pemberian pakan, pengelolaan limbah, dan pemanfaatan alat teknologi tepat guna (chopper);
- b) Persepsi peternak terhadap inovasi yang diperkenalkan, seperti pembuatan complete feed, yogurt, dan biogas;
- c) Tingkat adopsi teknologi serta kesiapan peternak dalam melanjutkan dan mereplikasi praktik-praktik yang telah diperkenalkan secara mandiri.

Temuan dari evaluasi kualitatif menunjukkan bahwa sebagian besar peternak menunjukkan antusiasme yang tinggi dan mengakui adanya peningkatan efisiensi serta manfaat ekonomi dari inovasi yang diterapkan.

b. Evaluasi Kuantitatif

Pengukuran dampak secara kuantitatif dilakukan dengan membandingkan data sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan. Parameter yang diukur meliputi:

- a) Produksi susu harian (liter/hari): Digunakan untuk menilai efektivitas pakan baru terhadap output ternak;
- b) Efisiensi pakan: Dilihat dari rasio volume pakan yang diberikan terhadap hasil susu yang dihasilkan;
- c) Volume limbah yang diolah: Mengukur jumlah limbah ternak yang berhasil dikonversi menjadi kompos dan biogas, sebagai indikator keberhasilan pengelolaan limbah berkelanjutan.

Data dikumpulkan melalui pencatatan harian dan verifikasi lapangan oleh tim pelaksana. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan produksi susu sebesar rata-rata 20–30% per hari, efisiensi pakan yang lebih stabil, serta konversi limbah kotoran menjadi produk bernilai guna yang signifikan dalam mengurangi pencemaran lingkungan.

Dengan pendekatan evaluasi gabungan ini, kegiatan pengabdian tidak hanya dapat dinilai secara objektif berdasarkan data kuantitatif, tetapi juga secara naratif melalui pengalaman dan persepsi langsung dari para peternak sebagai penerima manfaat utama.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di wilayah Pujon-Ngantang telah memberikan sejumlah hasil yang signifikan dalam aspek peningkatan kapasitas peternak, efisiensi produksi, dan keberlanjutan lingkungan. Hasil-hasil tersebut diperoleh melalui pelatihan, demonstrasi teknologi, dan pendampingan teknis langsung kepada anggota Asosiasi Peternak Sapi Perah Pujon-Ngantang.

- a. Pertama, terjadi peningkatan pemahaman dan keterampilan peternak dalam mengelola pakan ternak peningkatan Kualitas Pakan dan Efisiensi Produksi: Peternak mampu memproduksi pakan lengkap (complete feed) dan silase secara mandiri. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan kualitas dan kuantitas produksi susu serta kestabilan produksi sepanjang tahun.
- b. Pengolahan Limbah Menjadi Energi Terbarukan: Limbah kotoran sapi diolah menjadi biogas dan pupuk organik. Biogas dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk kebutuhan rumah tangga, sedangkan pupuk digunakan untuk mendukung pertanian pakan.

- c. Diversifikasi Produk Susu: Pelatihan pembuatan yogurt mendorong peternak memproduksi produk olahan susu yang bernilai tambah dan memiliki daya simpan lebih lama.
- d. Penerapan Teknologi Tepat Guna: Penggunaan mesin pencacah (chopper) mempercepat proses pencacahan bahan pakan, meningkatkan efisiensi waktu kerja, dan mendukung pengolahan pakan dalam skala besar.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Intervensi

No	Bidang Intervensi	Hasil Utama yang Dicapai
1	Pakan Ternak (Complete Feed)	Produksi susu meningkat; kualitas pakan lebih baik
2	Pengolahan Limbah	Biogas & kompos sebagai energi & pupuk alternatif
3	Olahan Produk Susu (Yogurt)	Produk bernilai tambah, siap jual
4	Teknologi (Mesin Chopper)	Efisiensi kerja; skala produksi meningkat

3.2. Pembahasan

Hasil-hasil di atas menunjukkan bahwa penerapan prinsip Green Supply Chain Management (GSCM) dalam industri peternakan rakyat memiliki dampak positif yang nyata. Dalam konteks ini, GSCM tidak hanya diterapkan dalam aspek produksi, tetapi juga mencakup manajemen limbah, pemanfaatan teknologi, dan pengembangan pasar berbasis keberlanjutan.

Dari sisi keterkaitan dengan tujuan awal, kegiatan ini menjawab langsung kebutuhan peternak dalam hal peningkatan produktivitas dan pengelolaan usaha yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penerapan pakan lengkap serta pemanfaatan limbah menjadi biogas merupakan bagian integral dari strategi keberlanjutan peternakan, yang relevan dengan prinsip sustainable agriculture dan target Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 2 (Zero Hunger), SDG 7 (Affordable and Clean Energy), dan SDG 12 (Responsible Consumption and Production).

Secara ilmiah, hasil ini memperkuat berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan teknologi dan manajemen rantai pasok yang berorientasi lingkungan mampu meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan industri peternakan. Misalnya, Daryanto (2009) menegaskan pentingnya efisiensi dalam produksi susu nasional melalui pendekatan teknologi dan manajemen berbasis sumber daya lokal. Hasil-hasil dalam kegiatan ini juga sejalan dengan praktik industri besar yang telah lebih dahulu menerapkan GSCM dalam rantai pasok susu segar.

Adapun perbedaan utama yang muncul dibanding studi lain adalah integrasi antara intervensi teknis dan penguatan kelembagaan peternak. Kegiatan ini tidak hanya fokus pada penyuluhan atau transfer teknologi, tetapi juga menanamkan pemahaman strategis mengenai keberlanjutan usaha, akses pasar, dan pentingnya kolaborasi antara peternak, koperasi, dan industri.

Implikasi dari kegiatan ini sangat luas, baik secara ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Peningkatan produktivitas melalui pakan yang lebih baik berdampak langsung pada peningkatan pendapatan peternak. Pengolahan limbah menjadi biogas dan kompos mengurangi beban lingkungan serta memperbaiki citra usaha peternakan yang sebelumnya sering dikaitkan dengan pencemaran. Di sisi lain, diversifikasi produk susu menciptakan peluang usaha baru, memperluas pasar, dan meningkatkan nilai tambah dari susu segar yang dihasilkan.

3.3. Implikasi dan Keterbatasan

3.3.1. Implikasi

- a. Bagi Peternak: Meningkatkan pendapatan melalui efisiensi biaya dan diversifikasi produk. Selain itu, kualitas lingkungan sekitar juga terjaga dengan pengolahan limbah yang tepat.
- b. Bagi Pemerintah: Memberikan contoh program berbasis keberlanjutan yang layak untuk direplikasi dan disokong melalui regulasi atau subsidi.
- c. Bagi Peneliti dan Akademisi: Menjadi dasar pengembangan program serupa yang berbasis data dan kebutuhan lokal, serta ruang untuk penelitian lanjutan mengenai digitalisasi dan otomatisasi peternakan skala kecil.

3.3.2. Keterbatasan

- a. Skala intervensi terbatas pada beberapa kelompok peternak.
- b. Infrastruktur pasca-produksi (seperti ruang pendingin dan pengemasan) masih belum tersedia secara optimal.

- c. Kebutuhan pendampingan jangka panjang agar perubahan perilaku dan kapasitas dapat terus berkelanjutan.

3.3.3. Arah Penelitian dan Pengembangan Selanjutnya

- a. Digitalisasi sistem rantai pasok untuk pelacakan produksi dan distribusi produk susu.
- b. Peningkatan skema pembiayaan mikro untuk adopsi teknologi tepat guna.
- c. Kolaborasi antara perguruan tinggi, koperasi, dan industri dalam pengembangan produk turunan berbasis komunitas.

4. Simpulan

Kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa penerapan konsep *Green Supply Chain Management* (GSCM) pada peternakan sapi perah di wilayah Pujon–Ngantang mampu memberikan dampak nyata terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi operasional, dan keberlanjutan lingkungan. Melalui pelatihan teknis dan pendampingan dalam pembuatan pakan ternak, pengolahan limbah, serta diversifikasi produk olahan susu, para peternak menjadi lebih berdaya dan adaptif terhadap tantangan modern di sektor peternakan. Hasil ini mengindikasikan perlunya integrasi teknologi tepat guna dan pendekatan keberlanjutan dalam model pemberdayaan peternak skala kecil. Sebagai rekomendasi, program serupa perlu diperluas cakupannya dan dilengkapi dengan dukungan kebijakan, akses pembiayaan, serta pendampingan berbasis komunitas agar dampaknya dapat menjangkau lebih luas dan berkelanjutan. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengeksplorasi potensi digitalisasi rantai pasok dan penguatan sistem kelembagaan peternak dalam konteks pertanian berkelanjutan.

Kontribusi Penulis

Rofiaty: Konseptualisasi, Metodologi, Kurasi Data, Investigasi, Penulisan – draf asli, Penulisan – tinjauan dan penyuntingan, Supervisi, Administrasi Proyek, Perolehan Pendanaan. Hidayatinnisa' Nurul: Pengembangan Perangkat Lunak, Validasi, Analisis Formal, Penyediaan Sumber Daya, Visualisasi.

Pendanaan

Kegiatan ini didanai oleh Universitas Brawijaya.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat potensi konflik kepentingan, baik secara finansial maupun personal, yang dapat memengaruhi secara tidak semestinya proses penelitian, penulisan, dan/atau publikasi artikel ini.

Daftar Rujukan

- Aju Tjatur Nugroho Krisnaningsih. (2017). *Susu fermentasi yogurt*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Al-Baarri, A. N. M., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., Fazriyati, R. S., Pangestu, R. F., Azhar, H. N., ... & Hapsari, M. C. (2016). *Teknik pembuatan fruity powder yogurt*. Indonesian Food Technologists, 1–28.
- Barokah, Gibas. (2021). *Mesin pencacah rumput multifungsi untuk berbagai kebutuhan*. <https://gibasbarokah.com/blog/mesin-pencacah-rumput/>. Diakses pada 12 Desember 2024.
- Pertanian.go.id. (2022). *Info teknologi: Membuat kompos dari kotoran sapi*. <https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/info-literasi/membuat-kompos-dari-kotoran-sapi>. Diakses pada 10 Desember 2024.