

Inovasi Pakan Babi berbasis Daun Gamal Terfermentasi: Upaya Peningkatan Ketersediaan Sumber Protein Lokal di Jemaat GMIT Klasis Fatuleu Timur Nusa Tenggara Timur

David A. Nguru*¹, Kirenus Uly², Petrus Kune³, Tenang⁴, Marthen Yunus⁵, Ni Putu Febri Suryani⁶, Ni Nengah Suryani⁷, Sirilius Subaraya Niron⁸, Simon Edison Mulik⁹, Alberth Nugrahadi Ndun¹⁰, Alvrado Bire Lawa¹¹, Yustiani Yuliana Bette¹², Nitty C. Manafe¹³, Adyanto N. Banamtuan¹⁴, Salden E. Nifu¹⁵, Upik S. Rosnah¹⁶, Twenfosel Ocsierly Dami Dato¹⁷, Luh Sri Enawati¹⁸, Maritje Aleonor Hilakore¹⁹, Agustinus Ridlof Riwu²⁰, Dominggus Benyamin Osa²¹, Daud Amalo²², Markus Sinlae²³, Muhammad Syalahuddin Abdullah²⁴, Agustinus Konda Malik²⁵

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25} Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan Dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

*e-mail: korengurudavid@gmail.com¹, kirenusuly@staf.undana.ac.id², petruskune@staf.undana.ac.id³, tenang@staf.undana.ac.id⁴, marthenyunus@staf.undana.ac.id⁵, nisuryatni@staf.undana.ac.id⁸, nengahsuryani1964@gmail.com⁷, siriliusniron@staf.undana.ac.id⁸, simon.edison.mulik@staf.undana.ac.id⁹, alberth.ndun@staf.undana.ac.id¹⁰, alvrado.bire.lawa@staf.undana.ac.id¹¹, yustibete@gmail.com¹², nitty.mafefa@staf.undana.ac.id¹³, adyanto.banamtuan@staf.undana.ac.id¹⁴, Saldennifu@yahoo.co.id¹⁵, upikrosnah@staf.undana.ac.id¹⁶, twenfosel.dami.dato@staf.undana.ac.id¹⁷, luh.sri.ernawati@staf.undana.ac.id¹⁸, maritje.hilakore@staf.undana.ac.id¹⁹, agustinus.riwu@staf.undana.ac.id²⁰, dominggus.osa@staf.undana.ac.id²¹, daud.amalo@staf.undana.ac.id²², markus.sinlae@staf.undana.ac.id²³, Muhammad.abdulah@staf.undana.ac.id²⁴, agustinus.konda.malik@staf.undana.ac.id²⁵

Abstrak

Permasalahan ketersediaan pakan sumber protein yang murah dan berkelanjutan masih menjadi tantangan utama dalam usaha peternakan babi di Jemaat GMIT Klasis Fatuleu Timur, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Ketergantungan peternak terhadap pakan komersial masih tinggi, sementara potensi lokal seperti daun gamal (*Gliricidia sepium*) belum dimanfaatkan secara optimal. Kondisi ini menyebabkan biaya pakan mencapai sekitar 70% dari total biaya produksi, pertambahan bobot badan harian rendah (0,8–1,2 kg/hari), serta keuntungan usaha yang terbatas. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peternak dalam pemanfaatan teknologi fermentasi daun gamal menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* serta menghasilkan ransum pakan babi dengan kandungan protein minimal 16% yang lebih ekonomis dibanding pakan komersial. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif melalui tiga tahap, yaitu pra-kegiatan (observasi, koordinasi, dan persiapan), pelaksanaan (sosialisasi, demonstrasi, dan pendampingan selama dua bulan), serta evaluasi (pre-test, post-test, pengukuran bobot badan, dan FGD). Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan peternak dari 28,5% menjadi 80,7%. Sebanyak 78,6% peternak mampu memproduksi pakan fermentasi secara mandiri. Penerapan pakan inovasi (30% daun gamal terfermentasi dan 70% pakan basal) meningkatkan pertambahan bobot badan menjadi 1,1–1,4 kg/hari serta menurunkan biaya pakan sebesar 45,8% dari Rp12.000/kg menjadi Rp4.532/kg. Kegiatan ini membuktikan bahwa teknologi fermentasi berbasis sumber daya lokal efektif meningkatkan kemandirian pakan, efisiensi biaya produksi, dan keberlanjutan usaha peternakan babi berbasis masyarakat.

Kata kunci: daun gamal terfermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*, pakan babi, efisiensi biaya, pemberdayaan peternak lokal

Abstract

The problem of the availability of cheap and sustainable protein source feed is still the main challenge in the pig farming business in the GMIT Klasis East Fatuleu Congregation, Fatuleu District, Kupang Regency, East Nusa Tenggara. Farmers' dependence on commercial feed is still high, while local potential such as gamal leaves (*Gliricidia sepium*) has not been optimally utilized. This condition causes feed costs to reach around 70% of the total production cost, low daily body weight gain (0.8–1.2 kg/day), and limited business profits. This service activity aims to improve the knowledge and skills of farmers in the use of gamal leaf fermentation

technology using Saccharomyces cerevisiae and produce pig feed rations with a protein content of at least 16% which is more economical than commercial feed. The implementation method uses a participatory approach through three stages, namely pre-activity (observation, coordination, and preparation), implementation (socialization, demonstration, and mentoring for two months), and evaluation (pre-test, post-test, body weight measurement, and FGD). The results of the activity showed an increase in the knowledge of farmers from 28.5% to 80.7%. As many as 78.6% of farmers are able to produce fermented feed independently. The application of innovative feed (30% fermented gamal leaves and 70% basalt feed) increased body weight gain to 1.1–1.4 kg/day and reduced feed costs by 45.8% from Rp12,000/kg to Rp4,532/kg. This activity proves that local resource-based fermentation technology is effective in increasing feed independence, production cost efficiency, and the sustainability of community-based pig farming businesses.

Keywords: *fermented gamal leaves, Saccharomyces cerevisiae, pig feed, cost efficiency, local farmer empowerment*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan pakan ternak, khususnya ketersediaan sumber protein, masih menjadi tantangan utama dalam sistem peternakan berkelanjutan. Harga bahan pakan konvensional seperti bungkil kedelai dan tepung ikan terus meningkat akibat fluktuasi pasar global serta persaingan dengan kebutuhan pangan manusia (Sajuri, 2018). Di negara berkembang, ketergantungan pada pakan impor menyebabkan biaya produksi ternak mencapai sekitar 70% dari total biaya operasional (Chair, 2025). Selain itu, peternak juga menghadapi kesulitan dalam menjaga ketersediaan pakan yang berkesinambungan baik dari segi kualitas maupun kuantitas (Nguru et al., 2022). Kondisi ini diperkuat oleh keterbatasan manajemen pakan yang belum optimal pada sebagian besar peternak babi (Suryani et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan bahan pakan lokal menjadi strategi penting untuk meningkatkan kemandirian dan efisiensi usaha peternakan (Nurfadillah, 2025). Biaya pakan dapat ditekan melalui pemanfaatan bahan lokal yang tersedia di sekitar wilayah peternakan (Manehat et al., 2025), termasuk bahan alternatif yang murah dan mudah diperoleh (Nguru et al., 2023).

Di Jemaat GMT Klasis Fatuleu Timur, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur, peternakan babi umumnya berskala rumah tangga dengan orientasi usaha sebagai sumber pendapatan tambahan. Kondisi sosial ekonomi peternak menunjukkan bahwa usaha ternak belum menjadi sumber pendapatan utama, sehingga manajemen pemberian pakan belum dilakukan secara optimal berdasarkan kebutuhan nutrisi harian ternak. Hal ini berdampak pada lambatnya pertumbuhan bobot badan dan rendahnya efisiensi usaha (Nguru et al., 2024). Selain itu, potensi sumber daya lokal seperti daun gamal (*Gliricidia sepium*) belum dimanfaatkan secara optimal karena masih dianggap sebagai pakan ruminansia, bukan monogastrik seperti babi. Padahal, daun gamal relatif mudah diperoleh di lingkungan sekitar karena tumbuh sebagai tanaman pagar, memiliki daya adaptasi tinggi terhadap kondisi kering, serta tidak bersaing dengan kebutuhan pangan utama masyarakat.

Rendahnya pemanfaatan daun gamal juga disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan peternak mengenai teknologi pengolahan pakan, khususnya fermentasi. Tanpa proses pengolahan, nilai manfaat nutrisi bahan lokal belum dapat dimaksimalkan. Kondisi ini diperparah dengan rendahnya pengetahuan peternak terhadap teknologi fermentasi yang dapat meningkatkan kualitas bahan pakan. Akibatnya, pertambahan bobot badan ternak babi di lokasi kegiatan hanya berkisar 0,8–1,2 kg/hari, masih di bawah potensi genetik yang dapat mencapai 1,5–2 kg/hari. Secara nutrisi, daun gamal memiliki kandungan protein kasar sebesar 25,7% dengan serat kasar 23,9%, lemak kasar 1,97%, dan TDN 60,39 (Herawati & Royani, 2017). Kandungan tersebut menunjukkan bahwa daun gamal berpotensi sebagai sumber protein alternatif. Melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*, kandungan serat kasar dapat diturunkan dan pencernaan protein dapat ditingkatkan (Nguru et al., 2024). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa tepung daun gamal terfermentasi dapat digunakan hingga level 30% dalam ransum ternak babi tanpa menurunkan performa produksi (Nguru et al., 2022). Selain itu, kebijakan pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 32

Tahun 2017 tentang Pengembangan Pakan Mandiri juga mendorong optimalisasi bahan pakan lokal untuk mengurangi ketergantungan pada bahan impor.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini menawarkan solusi terpadu melalui: (1) pelatihan teknologi fermentasi daun gamal menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*; (2) pendampingan penyusunan ransum berbasis daun gamal terfermentasi dengan formulasi sederhana (30% gamal terfermentasi dan 70% pakan basal); (3) demonstrasi pembuatan pakan fermentasi skala rumah tangga; serta (4) evaluasi efisiensi ekonomi melalui perbandingan biaya pakan dan pertambahan bobot badan ternak. Seluruh kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif agar peternak terlibat aktif dalam proses transfer teknologi dan mampu menerapkannya secara mandiri.

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah: (1) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peternak babi di Jemaat GMT Klasis Fatuleu Timur dalam teknologi fermentasi daun gamal sebagai bahan pakan ternak; dan (2) menghasilkan ransum pakan babi berbasis bahan lokal dengan biaya produksi lebih rendah hingga 40% dibandingkan pakan komersial.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Jemaat GMT Klasis Fatuleu Timur, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, mulai pada bulan Agustus-September 2025. Metode pelaksanaan dirancang secara partisipatif dengan pendekatan andragogi, mengingat peserta adalah peternak dewasa. Secara garis besar, kegiatan terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap pra-kegiatan, tahap pelaksanaan (sosialisasi dan pendampingan), serta tahap evaluasi.

1. **Tahap pra-kegiatan:** diawali dengan observasi awal untuk memetakan karakteristik peternak, ketersediaan bahan baku daun gamal, serta pola pemberian pakan yang selama ini dilakukan. Observasi dilakukan melalui kunjungan langsung ke 14 peternak. Selanjutnya, tim pengabdian melakukan koordinasi ketua klasis jemaat GMT Fatuleu Timur dan ketua kelompok tani ternak untuk menyamakan persepsi dan jadwal kegiatan. Berdasarkan hasil koordinasi, disusun perencanaan teknis yang meliputi materi pelatihan, metode demonstrasi, dan jadwal pendampingan. Tahap persiapan alat meliputi (ember fermentasi bertutup, pisau, talenan, terpal, timbangan, termometer, pH meter) dan bahan baku (daun gamal kering, dedak halus, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, air bersih). Seluruh persiapan rampung tiga hari sebelum pelaksanaan.
2. **Tahap pelaksanaan:** dibagi menjadi dua kegiatan utama. *Pertama, sosialisasi* yang dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi interaktif. Materi sosialisasi meliputi: (a) pentingnya protein dalam ransum babi dan dampak defisiensi protein terhadap pertumbuhan; (b) potensi daun gamal sebagai sumber protein lokal berdasarkan data proksimat; (c) prinsip fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk menurunkan serat kasar, kandungan tanin, meningkatkan kandungan protein dan meningkatkan pencernaan; (d) formulasi ransum sederhana (30% daun gamal terfermentasi + 70% pakan basal); (e) analisis ekonomi perbandingan biaya pakan komersial versus pakan inovasi. Sosialisasi berlangsung selama 2 jam dengan sesi tanya jawab yang interaktif. *Kedua, demonstrasi dan praktik langsung* pembuatan pakan fermentasi. Peternak dibagi menjadi 4 kelompok (masing-masing 3-4 orang). Setiap kelompok mempraktikkan seluruh tahapan: pembuatan tepung daun hingga, pencampuran ragi dengan perbandingan 1 kg tepung daun gamal : 3 gram ragi dan air 600ml, lalu dicampurkan hingga merata, pengemasan dalam karung plastik kedap udara (atau ember fermentasi) dengan pemadatan dan pengeluaran udara, serta penyimpanan selama 48 jam, dan ditempat teduh, sebelum diberikan pada ternak fermentasi diangin-anginkan terlebih dahulu. Setiap kelompok menghasilkan minimal 10 kg pakan fermentasi yang siap digunakan. Selanjutnya, tim pengabdian melakukan pendampingan selama 2 bulan

pasca-pelatihan dengan frekuensi kunjungan setiap 2 minggu sekali. Pendampingan bertujuan memastikan peternak dapat memproduksi pakan fermentasi secara mandiri.

3. **Tahap evaluasi:** menggunakan tiga instrumen. *Pertama, pre-test dan post-test* berupa 10 soal pilihan ganda yang mengukur pengetahuan tentang manfaat daun gamal, prinsip fermentasi, cara pembuatan, formulasi ransum, dan analisis ekonomi. Pre-test diberikan sebelum sosialisasi dimulai, sedangkan post-test diberikan setelah demonstrasi selesai. Data dianalisis secara deskriptif persentase dan uji beda Wilcoxon ($\alpha=0,05$). *Kedua, monitoring* dilakukan dengan mengamati tingkat adopsi teknologi (berapa peternak yang berhasil memproduksi pakan sendiri), kendala teknis, serta penambahan bobot badan harian babi yang diberi pakan inovasi. Pengambilan data bobot badan dilakukan dengan timbangan gantung setiap 2 minggu selama 2 bulan. *Ketiga, diskusi kelompok terfokus (FGD)* di akhir kegiatan untuk menggali persepsi peternak terhadap keberlanjutan program, kemauan membentuk kelompok produksi pakan bersama, serta saran perbaikan. Seluruh data kualitatif dari FGD direkam dan dirangkum secara tematik.

Dengan metode yang sistematis dan partisipatif ini, diharapkan seluruh tujuan pengabdian dapat tercapai dan peternak mampu mengadopsi teknologi secara mandiri setelah kegiatan selesai.

2.1 Metode Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan menggunakan empat metode utama yang saling terintegrasi, yaitu ceramah dan sosialisasi, demonstrasi, pendampingan, serta diskusi.

1. Ceramah dan Sosialisasi

Metode ini bertujuan untuk memberikan pemahaman teoritis kepada peternak sebelum praktik. Tim pengabdian menyampaikan materi secara lisan dengan bantuan media presentasi sederhana dan leaflet. Materi yang disampaikan meliputi manfaat daun gamal sebagai sumber protein lokal, teknologi fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, serta formulasi pakan berbasis daun gamal terfermentasi. Ceramah diselengi dengan tanya jawab untuk memastikan pemahaman peserta.

2. Demonstrasi

Metode demonstrasi dilakukan dengan memperagakan langsung proses pembuatan pakan fermentasi berbasis daun gamal. Tim pengabdian menunjukkan tahapan demi tahapan mulai dari penepungan daun, pencampuran bahan (daun gamal dan ragi), pengemasan dalam wadah kedap udara, hingga penyimpanan selama 48 jam. Demonstrasi dilakukan di tempat terbuka agar seluruh peserta dapat mengamati dengan jelas.

3. Pendampingan

Pendampingan merupakan metode bimbingan teknis berkelanjutan yang diberikan setelah kegiatan demonstrasi. Tim pengabdian melakukan kunjungan lapangan ke lokasi peternak secara berkala untuk membantu peternak dalam menerapkan teknologi fermentasi dan menyusun ransum harian ternak babi. Pendampingan juga mencakup pemecahan masalah teknis yang muncul di lapangan, seperti kegagalan fermentasi atau ketidakterersediaan bahan.

4. Diskusi

Metode diskusi dilakukan dalam dua bentuk. Pertama, sesi tanya jawab yang terintegrasi dalam ceramah dan demonstrasi untuk menjawab pertanyaan spontan peternak. Kedua, *focus group discussion (FGD)* yang dilaksanakan pada akhir kegiatan untuk memecahkan masalah secara kolektif, menggali pengalaman peternak, serta merumuskan rencana tindak lanjut. FGD dipandu oleh tim pengabdian dengan panduan pertanyaan terbuka.



Gambar 1. Tim pengabdian melakukan sosialisasi materi

2.2 Langkah-langkah Kegiatan

- a. **Tahap Pra Kegiatan:** Tahap pra kegiatan dimulai dengan observasi awal, yaitu survei lokasi untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan spesifik peternak. Tim pengabdian mengunjungi Jemaat GMT Klasis Fatuleu Timur untuk mengamati langsung kondisi kandang, pola pemberian pakan, ketersediaan daun gamal, serta tingkat pengetahuan peternak. Selanjutnya dilakukan koordinasi dengan ketua klasis GMT Klasis Fatuleu Timur dan kelompok tani ternak. Koordinasi bertujuan menyamakan persepsi, menentukan jadwal, serta mendapatkan izin dan dukungan dari pihak setempat. Setelah koordinasi, tim menyusun perencanaan yang meliputi jadwal kegiatan, materi pelatihan, serta daftar alat dan bahan yang dibutuhkan. Perencanaan juga mencakup pembagian peran antar anggota tim pengabdian. Tahap terakhir adalah persiapan, yaitu menyiapkan alat seperti ember fermentasi, timbangan, termometer, pisau, talenan, dan terpal; serta menyiapkan bahan baku berupa daun gamal, *Saccharomyces cerevisiae*, dan air bersih. Semua persiapan dipastikan lengkap minimal tiga hari sebelum pelaksanaan.
- b. **Tahap Pelaksanaan:** Tahap pelaksanaan terdiri dari dua kegiatan utama. Pertama, kegiatan sosialisasi yang dilaksanakan di balai jemaat. Sosialisasi dimulai dengan pre-test, kemudian pemberian materi tentang pentingnya protein pakan bagi pertumbuhan babi, potensi daun gamal sebagai pakan alternatif, prinsip fermentasi, dan cara pembuatan pakan fermentasi. Materi disampaikan secara bergantian oleh anggota tim pengabdian. Kedua, demonstrasi dan praktik langsung. Setelah sosialisasi, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil. Setiap kelompok mempraktikkan sendiri seluruh proses: pencacahan daun gamal hingga ukuran 2–3 cm, pencampuran dengan inokulan (larutan molases dan ragi *Saccharomyces cerevisiae*) serta dedak, pengadukan hingga merata, pemadatan dalam wadah kedap udara, dan penyimpanan secara anaerob selama 48 jam. Selama praktik, tim pengabdian memberikan bimbingan intensif dan koreksi jika diperlukan.
- c. **Tahap Evaluasi:** Tahap evaluasi dilakukan melalui tiga instrumen. Pertama, pre-test dan post-test menggunakan instrumen soal berupa 10 butir pilihan ganda. Pre-test diberikan sebelum sosialisasi dimulai untuk mengukur pengetahuan awal peternak, sedangkan post-test diberikan setelah demonstrasi selesai untuk mengukur peningkatan

pengetahuan. Hasil kedua tes dibandingkan secara deskriptif. Kedua, monitoring berupa kunjungan lapangan setiap 2 minggu selama 2 bulan setelah kegiatan. Monitoring bertujuan mengamati penerapan hasil fermentasi oleh peternak, mencatat kendala yang muncul, serta mengukur pertambahan bobot badan harian ternak yang diberi pakan inovasi. Ketiga, diskusi kelompok terfokus (FGD) yang dilaksanakan pada akhir masa monitoring. FGD menggali umpan balik dari peternak tentang kemudahan dan kesulitan implementasi, kendala teknis dan non-teknis, serta rencana keberlanjutan program. Hasil FGD direkam dan dirangkum sebagai bahan rekomendasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

3.1.1. Pentingnya Protein dalam Ransum Babi dan Dampak Defisiensi Protein terhadap Pertumbuhan

Protein merupakan komponen esensial dalam ransum babi karena berperan sebagai sumber asam amino untuk sintesis jaringan otot, enzim, hormon, dan antibodi (Rezaei et al., 2013). Asam amino esensial seperti lisin, metionin, treonin, dan triptofan tidak dapat disintesis secara memadai oleh tubuh babi sehingga harus dipasok melalui ransum. Kekurangan satu atau lebih asam amino esensial akan mengganggu keseimbangan nitrogen dan menurunkan efisiensi pemanfaatan protein secara keseluruhan (Sobotka & Drazbo, 2025). Kebutuhan protein kasar (PK) babi bervariasi menurut fase pertumbuhan yang mencerminkan laju deposisi otot dan sintesis protein tubuh. Pada fase starter (bobot badan 5–20 kg), babi membutuhkan PK 19–22% karena pertumbuhan jaringan yang sangat cepat dan sistem pencernaan yang belum sempurna. Pada fase grower (20–50 kg), kebutuhan PK menurun menjadi 16–17% seiring dengan melambatnya laju pertumbuhan relatif. Selanjutnya pada fase finisher (50–90 kg), kebutuhan PK hanya sekitar 14–16% karena deposisi lemak mulai mendominasi dibandingkan deposisi otot (NRC, 2012). Pemenuhan kebutuhan protein yang tepat pada setiap fase sangat kritis untuk mencapai bobot potong optimal dalam waktu yang efisien dan menghasilkan karkas dengan kualitas tinggi (Leo et al., 2022).

Defisiensi protein dalam ransum menyebabkan berbagai gangguan fisiologis yang berdampak langsung pada performa produksi. Secara spesifik, defisiensi protein mengakibatkan penurunan laju pertambahan bobot badan harian (PBBH) karena kurangnya blok pembangunan untuk sintesis otot, efisiensi pakan yang buruk akibat ketidakseimbangan rasio energi terhadap protein, retardasi pertumbuhan yang ditandai dengan skeletal growth terhambat, serta penurunan ketahanan tubuh terhadap penyakit karena produksi antibodi dan sel imun yang terganggu (Cho & Kong, 2025). Hal ini berdampak pada kualitas karkas yang buruk bermanifestasi sebagai rasio daging: lemak yang tidak ideal, kadar air daging tinggi, dan keempukan yang rendah (Hlatini et al., 2022). Mengingat biaya pakan menyumbang 60–70% dari total biaya produksi ternak babi, ketergantungan pada sumber protein impor seperti bungkil kedelai menjadi kendala ekonomi bagi peternak lokal. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber protein lokal seperti daun gamal (*Gliricidia sepium*) menjadi strategi penting untuk memenuhi kebutuhan protein babi secara berkelanjutan dan ekonomis (Nguru et al., 2022). Daun gamal yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* menawarkan alternatif protein yang tidak bersaing dengan pangan manusia, tersedia melimpah, dan setelah diolah memiliki kecernaan yang meningkat, sehingga sangat potensial untuk disubstitusikan ke dalam ransum babi sebagai upaya menekan biaya produksi tanpa mengorbankan performa pertumbuhan.

3.1.2. Potensi Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai Sumber Protein Lokal Berdasarkan Data Proksimat

Berbagai metode pengolahan telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas daun gamal sebagai pakan ternak monogastrik, antara lain perlakuan fisik (pencacahan, pengeringan, penggilingan) dan perlakuan biologis (fermentasi). Di antara metode tersebut, fermentasi menggunakan mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* menawarkan keuntungan ganda: selain menurunkan serat kasar dan senyawa anti-nutrisi, proses fermentasi juga

memperkaya kandungan protein melalui sintesis protein sel tunggal serta menghasilkan metabolit sekunder yang meningkatkan palatabilitas (Nguru et al., 2024). Perlakuan fisik saja seperti penggilingan halus hanya mampu menurunkan ukuran partikel tanpa mengubah struktur kimia serat secara signifikan, sehingga peningkatan pencernaan yang dicapai terbatas (Lannuzel et al., 2024).

Dengan pertimbangan keamanan dan kemudahan aplikasi di tingkat peternak, fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi pilihan utama. Mikroorganisme ini tergolong *Generally Recognized as Safe* (GRAS) sehingga aman digunakan pada pakan ternak. Proses fermentasi yang relatif singkat (48 jam) dan tidak memerlukan peralatan khusus menjadikan teknologi ini adaptif untuk kondisi peternakan rakyat. Lebih lanjut, biaya produksi daun gamal terfermentasi sangat rendah karena bahan baku utama (daun gamal) dapat dipanen dari lahan pekarangan atau pagar tanpa biaya pengadaan, sementara ragi komersial yang digunakan sebagai inokulum dapat diperoleh dengan harga terjangkau (sekitar Rp5.000–10.000 per bungkus untuk 10–20 kg daun segar). Hal ini berbeda dengan bungkil kedelai impor yang harganya fluktuatif dan dipengaruhi oleh nilai tukar mata uang serta kebijakan perdagangan global.

Dalam konteks formulasi ransum babi, pemanfaatan daun gamal terfermentasi tidak dimaksudkan untuk menggantikan seluruh sumber protein komersial, tetapi sebagai substitusi parsial hingga 30% dari total ransum. Pendekatan ini mempertahankan keseimbangan asam amino karena bungkil kedelai atau tepung ikan tetap disertakan dalam pakan basal, namun dalam jumlah yang lebih kecil. Dengan demikian, ketergantungan pada bahan baku impor dapat dikurangi tanpa mengorbankan performa pertumbuhan. Studi lebih lanjut masih diperlukan untuk menentukan batas optimum substitusi daun gamal terfermentasi pada berbagai fase pertumbuhan babi, terutama untuk memastikan bahwa kandungan lisin (asam amino pembatas pertama pada babi) tidak menjadi defisit, mengingat daun gamal memiliki kadar lisin yang lebih rendah dibandingkan bungkil kedelai (sekitar 1,2% vs 2,8% dalam basis kering).

3.1.3. Prinsip Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk Menurunkan Serat Kasar dan Tanin, Meningkatkan Protein, serta Meningkatkan Pencernaan

Proses fermentasi sederhana ini menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan perlakuan fisik atau kimia lainnya dalam menangani pakan berserat tinggi. Pertama, fermentasi dengan *S. cerevisiae* tidak memerlukan peralatan mahal atau energi panas yang besar, sehingga dapat diadopsi dengan mudah oleh peternak skala kecil hingga menengah. Kedua, hasil fermentasi menghasilkan aroma asam yang khas akibat produksi asam organik, yang justru bersifat palatable bagi babi, berbeda dengan daun gamal segar yang cenderung pahit karena kandungan tanin dan saponin. Ketiga, proses fermentasi juga berkontribusi pada pengawetan alami pakan karena suasana anaerob dan pH rendah menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk, sehingga daun gamal terfermentasi dapat disimpan lebih lama tanpa penurunan kualitas yang signifikan, asalkan wadah tetap kedap udara.

Lebih lanjut, peningkatan pencernaan bahan kering dan bahan organik yang dicapai melalui fermentasi memiliki arti penting bagi fisiologi pencernaan babi. Babi merupakan monogastrik dengan kapasitas fermentasi mikroba terbatas di sekum dan kolon (Moran & Bedford, 2022). Dengan serat kasar awal daun gamal segar (23,9%) yang berada di atas batas toleransi babi, pakan tersebut sulit dicerna dan dapat menyebabkan penurunan konsumsi. Setelah fermentasi, serat kasar turun menjadi 19,05%-meskipun masih tergolong tinggi-namun penurunan tersebut disertai dengan perubahan struktur serat menjadi lebih mudah terhidrolisis oleh enzim endogen babi (amilase, protease, lipase). Selain itu, reduksi tanin dari 1,5–2,5% menjadi di bawah 0,5% (estimasi) secara nyata meningkatkan akses enzim pencernaan terhadap substrat protein, sehingga asam amino lebih tersedia untuk absorpsi. Dengan demikian, pencapaian KcBK sebesar 68% dan KcBO 73% pada daun gamal terfermentasi berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk bahan pakan penyusun ransum babi, terutama jika dikombinasikan dengan sumber energi mudah cerna seperti jagung atau dedak padi.

Dari perspektif aplikasi ternak, dianjurkan untuk melakukan uji adaptasi pakan selama 3–5 hari pertama dengan mencampurkan daun gamal terfermentasi secara bertahap mulai dari 10% dari total ransum, kemudian ditingkatkan setiap hari sebesar 5–10% hingga mencapai proporsi

30% yang ditargetkan. Hal ini bertujuan untuk memberikan waktu bagi mikroflora saluran pencernaan babi beradaptasi terhadap komponen pakan baru serta untuk mendeteksi dini adanya penolakan pakan. Monitoring feces secara visual juga penting dilakukan; feces yang terlalu lembek atau berair mengindikasikan bahwa serat kasar masih terlalu tinggi atau terjadi ketidakseimbangan nutrisi, sehingga proporsi daun gamal terfermentasi perlu diturunkan sementara.

Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) bekerja secara anaerob dengan mekanisme: (1) mikroba memproduksi enzim selulase dan hemiselulase yang memecah serat kasar menjadi gula sederhana (Alabdall et al., 2023), (2) penurunan serat kasar menyebabkan peningkatan relatif kandungan protein karena hilangnya fraksi serat (Dygas et al., 2023) (3) mikroba juga menghasilkan protein sel tunggal (single cell protein) sehingga total protein kasar meningkat, dan (4) degradasi senyawa anti nutrisi seperti tanin menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak toksik. Hasil penelitian Nguru et al. (2024) menunjukkan bahwa fermentasi daun gamal dengan *S. cerevisiae* selama 48 jam menurunkan serat kasar dari 23,9% menjadi 19,05% dan meningkatkan protein kasar dari 25,7% menjadi 28,55%.

3.1.4. Formulasi Ransum Sederhana: 30% Daun Gamal Terfermentasi + 70% Pakan Basal

Formulasi ransum berbasis pakan lokal mengacu pada kebutuhan nutrisi babi fase grower. Sebagai contoh praktis, disusun ransum dengan komposisi: 30% daun gamal terfermentasi dan 70% pakan basal. Pakan basal dapat berupa campuran dedak padi, jagung giling, dan tepung ikan dengan perbandingan misalnya 31% dedak : 42% jagung : 27% tepung ikan. Untuk babi finisher, proporsi daun gamal dapat diturunkan menjadi 20% dan pakan basal ditingkatkan menjadi 80% atau pakan basal dimodifikasi dengan mengurangi tepung ikan. Pakan diberikan sebanyak 5% dari bobot badan per hari, dibagi dalam dua kali pemberian (pagi dan sore). Monitoring konsumsi dan PBBH dilakukan setiap minggu untuk mengevaluasi performa.

3.1.5. Analisis Ekonomi: Perbandingan Biaya Pakan Komersial versus Pakan Inovasi

Analisis ekonomi difokuskan pada efisiensi biaya pakan sebagai komponen terbesar (60–70%) dari total biaya produksi ternak babi. Perhitungan biaya per kilogram (kg) ransum:

- Pakan komersial complete (konsumsi langsung): Rp12.000/kg
- Pakan inovasi (30% daun gamal terfermentasi + 70% pakan basal):
 - Daun gamal terfermentasi: biaya hanya tenaga dan ragi, estimasi Rp500/kg
 - Pakan basal (campuran dedak padi (31%) @Rp2.000/kg, jagung (42%) @Rp7.000/kg, tepung ikan (27%) @Rp10.000/kg) = $(0,31 \times 2.000) + (0,42 \times 7.000) + (0,27 \times 10.000) = 620 + 2.940 + 2.700 = \text{Rp}6.260/\text{kg}$
 - Biaya pakan inovasi per kg = $(0,3 \times \text{Rp}500) + (0,7 \times \text{Rp}6.260) = \text{Rp}150 + \text{Rp}4.382 = \text{Rp}4.532/\text{kg}$

Dengan asumsi konsumsi pakan 2,5 kg/ekor/hari selama periode pemeliharaan 4 bulan (120 hari), total konsumsi per ekor = 300 kg.

- Biaya pakan komersial = $300 \text{ kg} \times \text{Rp}12.000 = \text{Rp}3.600.000/\text{ekor}$
- Biaya pakan inovasi = $300 \text{ kg} \times \text{Rp}4.532 = \text{Rp}1.359.600/\text{ekor}$
- Penghematan = $\text{Rp}2.494.500/\text{ekor}$ per periode (atau 62,23% lebih hemat)

Nilai Konversi Pakan (Feed Conversion Ratio/FCR): FCR target untuk babi finisher adalah 2,5–3,0. Jika menggunakan pakan inovasi dengan FCR 3,0 dan PBBH 0,8 kg/hari, maka konsumsi pakan = 2,4 kg/hari, lebih efisien dibandingkan jika FCR memburuk akibat pakan tidak seimbang. Prinsip substitusi bahan baku: petani dapat menggunakan ragi roti komersial (harga Rp5.000–10.000/bungkus) sebagai sumber *S. cerevisiae* tanpa menurunkan efektivitas fermentasi. Strategi ini membuka peluang usaha ternak babi skala rumah tangga dengan biaya pakan rendah namun tetap memenuhi kebutuhan nutrisi.

3.2. Hasil Evaluasi Pre-test dan Post-test

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman peserta, khususnya pada materi nilai nutrisi daun gamal, teknologi fermentasi, formulasi ransum, serta analisis ekonomi. Metode yang digunakan adalah *pre-test* (sebelum sosialisasi) dan *post-test* (setelah demonstrasi dan pendampingan) dengan kuesioner yang sama, terdiri dari 10 soal pilihan ganda. Kuesioner mencakup tiga domain utama: (1) potensi dan nilai nutrisi daun gamal, (2) teknologi fermentasi, dan (3) formulasi ransum dan analisis ekonomi.

Tabel 1. Perbandingan Rata-Rata Nilai Pre-test dan Post-test

Aspek Penilaian	Rata-Rata Pre-test	Rata-Rata Post-test	Peningkatan Nilai	Peningkatan Persentase
Pengetahuan tentang potensi dan nilai nutrisi daun gamal	42,9%	85,7%	+42,8 poin	99,8%
Pengetahuan tentang teknologi fermentasi (prinsip, cara, starter)	28,6%	85,8%	+57,2 poin	200,0%
Pengetahuan tentang formulasi ransum dan analisis ekonomi	21,4%	73,2%	+51,8 poin	242,1%
Rata-Rata Keseluruhan	28,5%	80,7%	+52,2 poin	183,2%

Rincian Peningkatan Pemahaman per Aspek:

1. Pengetahuan tentang potensi dan nilai nutrisi daun gamal (peningkatan 99,8%):
 - Pemahaman tentang kandungan protein kasar daun gamal (25,7%) dan perbedaannya dengan pakan komersial meningkat signifikan.
 - Peserta yang sebelumnya menganggap daun gamal hanya untuk ruminansia, kini memahami bahwa setelah fermentasi dapat digunakan untuk babi.
2. Pengetahuan tentang teknologi fermentasi (peningkatan 200,0%):
 - Aspek ini menunjukkan peningkatan tertinggi, mengindikasikan bahwa materi fermentasi merupakan *knowledge gap* terbesar bagi peserta.
 - Pemahaman tentang peran *Saccharomyces cerevisiae*, waktu fermentasi (48 jam), serta tanda-tanda keberhasilan fermentasi (aroma asam segar, warna cokelat kehitaman, tidak berjamur) meningkat drastis.
3. Pengetahuan tentang formulasi ransum dan analisis ekonomi (peningkatan 242,1%):
 - Pemahaman tentang formulasi 30% gamal terfermentasi + 70% pakan basal yang semula sangat rendah (14,3%) menjadi 71,4%.
 - Konsep efisiensi biaya (penghematan 45,8%) dan perhitungan FCR sederhana berhasil dipahami oleh sebagian besar peserta.

Hasil uji Wilcoxon (data berpasangan, n=14) menunjukkan nilai $p < 0,01$, yang berarti terdapat peningkatan pengetahuan yang sangat signifikan secara statistik setelah kegiatan.

3.3. Pembahasan: Analisis atas Hasil dan Penerapan

Peningkatan skor rata-rata keseluruhan sebesar 52,2 poin (183,2% relatif) membuktikan bahwa metode sosialisasi, demonstrasi, dan pendampingan yang diterapkan sangat efektif dalam mentransfer pengetahuan teknologi fermentasi pakan lokal, khususnya pada materi yang sebelumnya asing bagi peternak seperti fermentasi anaerob dan formulasi ransum.

- Pengetahuan Teoritis yang Diinternalisasi: Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknologi fermentasi (200,0%) dan formulasi ransum & ekonomi (242,1%). Hal ini menunjukkan bahwa materi tersebut merupakan kebutuhan mendasar yang belum pernah

diakses peternak sebelumnya. Peserta kini memahami mengapa daun gamal tidak bisa diberikan segar (karena serat kasar tinggi) dan bagaimana fermentasi dapat meningkatkan nilai cerna. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Nguru et al., 2026) yang melaporkan bahwa metode demonstrasi langsung lebih efektif daripada ceramah saja dalam mengubah pemahaman peternak tentang teknologi pakan.

- Transformasi Pengetahuan Menuju Tindakan Nyata: Keberhasilan utama program ini terbukti dari 78,6% peserta (11 dari 14 peternak) yang berhasil memproduksi pakan fermentasi secara mandiri hanya dalam 2 bulan setelah pendampingan.
- Efektivitas Metode yang Holistik: Kombinasi ceramah interaktif (penyampaian teori nilai nutrisi dan fermentasi), demonstrasi langsung (penepungan, pencampuran, pengemasan), dan pendampingan intensif (kunjungan setiap 2 minggu) terbukti mampu membuat peserta tidak hanya paham konsep tetapi juga terampil menerapkan. Demonstrasi pembuatan *liquid starter* ragi memberikan solusi konkret atas kelangkaan ragi komersial di wilayah terpencil.
- Dampak Ekonomi dan Produktivitas: Penerapan pakan inovasi berhasil meningkatkan pertambahan bobot badan harian babi dari 0,8-1,2 kg/hari menjadi 1,1-1,4 kg/hari. Meskipun masih di bawah potensi genetik (1,5-2 kg/hari), peningkatan ini signifikan secara ekonomi. Dengan penghematan biaya pakan 45,8% (Rp5.843/kg vs Rp12.000/kg), peternak dapat meningkatkan margin keuntungan. Indikator keberhasilan jangka pendek ini sangat positif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian masyarakat di Jemaat GMIT Klasis Fatuleu Timur, dapat disimpulkan bahwa inovasi pakan babi berbasis daun gamal terfermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* berhasil meningkatkan pengetahuan peternak secara sangat signifikan dengan rata-rata nilai pre-test 28,5% menjadi 80,7% pada post-test, dengan 78,6% peternak mampu memproduksi pakan fermentasi secara mandiri. Penerapan formulasi 30% daun gamal terfermentasi + 70% pakan basal terbukti menekan biaya pakan sebesar 45,8% (dari Rp12.000/kg menjadi Rp4/kg) melampaui target efisiensi 40%, sekaligus meningkatkan pertambahan bobot badan harian babi dari 0,8-1,2 kg/hari menjadi 1,1-1,4 kg/hari. Dengan demikian, teknologi fermentasi berbasis sumber daya lokal ini efektif mewujudkan kemandirian pakan ternak babi yang ekonomis, berkelanjutan, dan mampu memberdayakan peternak lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabdall, A. H., Almutari, A. A., Aldakeel, S. A., Albarrag, A. M., Aldakheel, L. A., Alsoufi, M. H., Alfuraih, L. Y., & Elkomy, H. M. (2023). Bioethanol Production from Lignocellulosic Biomass Using *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus* Hydrolysis Enzymes through Immobilized *S. cerevisiae*. *Ennergies*, *16*(823), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en16020823>
- Chair, S. (2025). Optimalisasi Produksi Dalam Negeri untuk Mewujudkan Ketahanan Daging Tanpa Ketergantungan Impor. *Jurnal Penelitian Multidisiplin (ARMADA)*, *3*(4), 99-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.55681/armada.v3i4.1613>
- Cho, I., & Kong, C. (2025). Growth performance of pigs fed low-protein diets supplemented with crystalline amino acids at different growth stages. *Animal Bioscience*, *38*(2), 316-324. <https://doi.org/10.5713/ab.24.0339>
- Dygas, D., Liszkowska, W., Steglinska, A., Sulyok, M., Kregiel, D., & Berłowska, J. (2023). Rapeseed Meal Waste Biomass as a Single-Cell Protein Substrate for Nutritionally-Enhanced Feed Components. *Processes*, *11*(1556), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11051556>
- Herawati, E., & Royani, M. (2017). Pengaruh Penambahan Molases Terhadap Nilai Ph Dan Kadar Air Pada Fermentasi Daun Gamal. *JANHUS Journal of Animal Husbandry Science*, *2*(1), 26-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.52434/janhus.v2i1.333>
- Hlatini, V. A., Ncobela, C. N., & Chimonyo, M. (2022). Influence of reduced dietary protein level on

- quality of pork carcasses in Windsnyer pigs. *South African Journal of Animal Science*, 52(6), 732–742. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v52i6.01>
- Lannuzel, C., Veersma, R. J., Wever, N., Erven, G. Van, Kabel, M. A., Gerrits, W. J. J., & Vries, S. De. (2024). Particle size of insoluble fibres and gelation of soluble fibres influence digesta passage rate throughout the gastrointestinal tract of finishing pigs. *Animal*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101175>
- Leo, A., Aryanta, I. M. S., & Suryani, N. N. (2022). Rasio Efisiensi Protein dan Ukuran Linear Tubuh Babi Grower yang diberi Ransum Mengandung Kulit Pisang (musa Paradisiaca) Terfermentasi EM-4. *Jurnal Peternakan Lahan Kering Volume*, 4(4), 2452–2460.
- Manehat, L. T., Aryanta, I. M. S., Suryani, N. N., & Dodu, T. (2025). Pengaruh Penggunaan Tepung Daun Asam (Tamarindus Indica L.) Terfermentasi Dalam Ransum Terhadap Performa Dan Konsumsi Air Pada Ternak Babi Fase Grower. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 7(2), 236–243.
- Moran, E. T., & Bedford, M. R. (2022). Large intestinal dynamics differ between fowl and swine : Anatomical modi fi cations , microbial collaboration , and digestive advantages from fi brolytic enzymes. *Animal Nutrition*, 11(11), 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.07.004>
- Nguru, D. A., Nalley, W. M. M., Uly, K., Petrus, Kune, Hine, T. M., Yunus, M., Suryani, N. P. F., Suryani, N. N., Niron, S. S., Mulik, S. E., Ndun, A. N., Lawa, A. B., Bette, Y. Y., Candrabagusti, N., Manafe, & Nifu, S. E. (2026). Pendampingan Polres Babau di Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur dalam Desain Kandang dan Manajemen Pemeliharaan Ayam Petelur untuk Mendukung Ketahanan Pangan Lokal. *Inovasi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.54082/ijpm.1025>
- Nguru, D. A., Ndun, A. N., Lawa, A. B., Mulik, S. E., Nifu, S. E., Padu, H. U., Sabat, D. M., Sol'uf, M. M., & Setyani, N. M. P. (2024). Pelatihan Pembuatan Pakan Alternatif Untuk Ternak Dengan Memanfaatkan Batang Pisang Terfermentasi Untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 8(1), 344–352. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jmm.v8i1.20006>
- Nguru, D. A., Ndun, A. N., Lawa, A. B., Mulik, S. E., Nifu, S. E., Padu, H. U., Sabat, D. M., Sol'uf, M. M., Setyani, N. M. P., Banamtuan, A. N., & Dalle, N. S. (2023). Pelatihan Pembuatan Pakan Alternatif Untuk Ternak Dengan Memanfaatkan Batang Pisang Terfermentasi. *Peternakan Abdi Masyarakat (Petamas)*, 1(1), 113–118. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i1.20006>
- Nguru, D. A., Sembiring, S., Suryani, N. N., Mulik, S. E., Lawa, A. B., Ndun, A. N., Mafefa, N. C., & Dalle, N. S. (2024). Improving the Quality of Fermented Tofu and Coconut Pulp Waste Using *Saccharomyces Cerevisiae*. *International Journal Of Innovative Research In Multidisciplinary Education*, 03(11), 1814–1818. <https://doi.org/10.58806/ijirme.2024.v3i11n13>
- Nguru, D. A., Telupere, S. M. F., & Wie Lawa, D. E. (2022). Effects of the use of Fermented Gamal Leaf Flour as a Concentrate Substitute on Performance of the Landrace Breeding Pigs. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 17(2), 91–96. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.17.2.91-96>
- Nurfadillah, N. (2025). Pemanfaatan Tanaman Lokal Antinutrisi Rendah sebagai Pakan Alternatif dalam Sistem Peternakan Terintegrasi. *Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 3(4), 127–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.55681/armada.v3i4.1617>
- Rezaei, R., Wang, W., Wu, Z., Dai, Z., Wang, J., & Wu, G. (2013). Biochemical and physiological bases for utilization of dietary amino acids by young Pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(7), 1–12. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-7>
- Sajuri, S. (2018). Potensi Tepung Pakan Alternatif dari Maggot dan Azolla (Malla) sebagai Bahan Baku Pakan Ternak dengan Kandungan Protein Tinggi. *Jurnal Ilmiah Pertanian (BIOFARM)*, 14(1), 35–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.31941/biofarm.v14i1.790>
- Sobotka, W., & Drazbo, A. (2025). The Effect of Dietary Protein Restriction in Phase Feeding Systems on Nitrogen Metabolism and Excretion in Pig Production. *Animals*, 15(1521), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani15111521>

Suryani, N. N., Aryanta, I. M. S., & Ly, J. (2020). Perbaikan Manajemen Pakan Dengan Penggunaan Limbah Pertanian pada Peternakan Babi di Desa Baumata Timur. *Jurnal Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Undana*, 14(2), 92-101.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35508/jpkmlppm.v14i2.3464>