

Kelayakan Ekonomi Usaha Sapi Perah Skala Kecil Pengguna Biodigester dan Non-Biodigester

Melani Arina Pradita¹, A. Faroby Falatehan¹, Dea Amanda²

¹) Department of Resource and Environmental Economics, Faculty of Economics and Management, IPB University, Indonesia

²) Agribusiness Management Study Program, Vocational School, IPB University, Indonesia

*Correspondence to: melaniarinap03@gmail.com

Abstrak: Desa Mundu, Kecamatan Tulung merupakan salah satu sentra peternakan sapi perah di Klaten. Keberadaan peternakan berimplikasi pada timbulnya limbah serta potensi pencemaran lingkungan akibat aktivitas peternakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis kelayakan ekonomi dan analisis non-finansial pada usaha sapi perah yang menggunakan biodigester dan non-biodigester. Penelitian dilakukan di Desa Mundu, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah tahun 2024 dengan menggunakan metode survei lapang, kuesioner, dan wawancara sebanyak 40 peternak. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan kriteria peternak sapi perah yang telah menerapkan pengolahan limbah ternak dengan biodigester dan non-biodigester. Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan peternak dan sekunder diperoleh dari dinas terkait. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif, kuantitatif, dan nilai ekonomi. Tujuan tulisan ini untuk mengetahui perbandingan kelayakan ekonomi usaha sapi perah skala kecil di peternak yang menggunakan biodigester dan non-biodigester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan kelayakan ekonomi pada usaha sapi perah yang menggunakan biodigester memiliki nilai ekonomi lebih tinggi, sedangkan non-biodigester lebih rendah. Namun, kedua usaha sapi perah memiliki nilai NPV, Net B/C, IRR, dan *payback period* secara ekonomi layak untuk dijalankan. Analisis sensitivitas terhadap biaya perbaikan biodigester tidak mempengaruhi usaha sapi perah secara signifikan. Analisis *switching value* penurunan harga jual produksi susu sapi perah berpengaruh sangat signifikan, sedangkan pada kenaikan harga pakan konsentrat dan ampas tahu tidak berpengaruh signifikan pada usaha sapi perah.

Kata Kunci: biogas, sensitivitas, slurry, *switching value*

Abstract: Mundu Village, located in Tulung District, is a prominent hub for dairy production in Klaten. The presence of farms has consequences for waste production and the risk of environmental degradation resulting from agricultural practices. Consequently, it is imperative to evaluate the economic viability and non-financial aspects of dairy cattle enterprises utilizing biodigesters vs those that do not. The study was carried out in Mundu Village, Tulung Subdistrict, Klaten Regency, Central Java Province in 2024 employing field survey techniques, questionnaires, and interviews with 40 farmers. The site selection was conducted purposefully, focusing on dairy producers that have utilized both biodigesters and non-biodigesters for livestock waste treatment. The utilized data comprised both primary and secondary sources. Primary data were acquired through interviews with farmers, while secondary data were sourced from pertinent agencies. The collected data were systematically organized and examined descriptively, numerically, and regarding economic worth. This paper aims to compare the economic viability of small-scale dairy cattle operations among farmers utilizing biodigesters vs non biodigesters. The findings indicated that the economic feasibility of dairy cow operations utilizing biodigesters possesses greater economic value compared to non biodigesters. Both dairy cow enterprises have economically viable values for NPV, Net Benefit-Cost ratio, IRR, and *payback period*. The sensitivity analysis of biodigester repair expenses does not substantially impact the dairy cow enterprise. The analysis of switching values indicates that a reduction in the selling price of dairy milk production has a substantial impact, although a rise in the prices of concentrate feed and tofu dregs does not significantly affect the dairy cattle company.

Keywords: biogas, sensitivity, slurry, *switching value*

Citation: Pradita, M, A., Falatehan, A. F., Amanda, D. (2024) Kelayakan Ekonomi Usaha Sapi Perah Skala Kecil Pengguna Biodigester dan Non-Biodigester. *Indonesian Journal of Agricultural, Resource and Environmental Economics*, 3(2), 101-115.

DOI: <https://doi.org/10.29244/ijaree.v3i2.58447>

PENDAHULUAN

Peternakan sapi perah merupakan salah satu usaha di sektor peternakan yang berperan strategis dalam upaya ketahanan pangan, peningkatan pendapatan penduduk, dan peningkatan perekonomian nasional (Gustiani & Fahmi, 2022). Susu merupakan salah satu bahan pangan hewani yang berperan dalam peningkatan status gizi masyarakat yang bernilai ekonomis tinggi bagi pelaku usaha peternakan. Pemerintah melalui Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia telah mengeluarkan Cetak Biru Persusuan Nasional 2013-2025. Hal tersebut mendorong pengembangan persusuan nasional yang diarahkan pada peningkatan produksi susu segar berkualitas dan konsumsi susu segar masyarakat, serta pengembangan industri pengelolaan susu, pasar, dan jalur pemasarannya. Cetak biru persusuan belum dapat tercapai pada tahun 2020 karena jumlah populasi sapi perah hanya sebanyak 568.000 ekor (BPS 2021).

Sentra peternakan sapi perah masih terpusat di Pulau Jawa dan sebagian kecil di Pulau Sumatera. Jumlah populasi sapi perah terbanyak dan terdapat di Pulau Jawa, Provinsi Jawa Timur sebanyak 305.708 ekor, Jawa Tengah sebanyak 142.513 ekor, dan Jawa Barat sebanyak 119.939 ekor (BPS 2021). Provinsi Jawa Tengah merupakan provinsi dengan populasi sapi perah terbesar kedua di Indonesia dan cenderung meningkat setiap tahunnya. Meskipun populasi sapi perah memiliki kecenderungan meningkat setiap tahunnya tetapi peningkatan populasi tidak sesuai dengan produktivitas susu yang cenderung rendah. Kontribusi susu sapi dalam negeri dalam pemenuhan kebutuhan susu nasional hanya sebesar 22,7 % dan 77,3% dan sisanya masih diimpor

¹. Meskipun konsumsi susu nasional terus meningkat, konsumsi susu Indonesia masih dikatakan rendah dibandingkan beberapa negara ASEAN lainnya. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian, merujuk data Badan Pusat Statistik 2021, konsumsi susu per kapita masyarakat Indonesia tahun 2020 sebesar 16,27 kg/kapita/tahun yang meningkat 0,25% dari tahun 2019. Namun, masih di bawah Malaysia 36,20 kg/kapita/tahun, Myanmar 26,7 kg/kapita/tahun, dan Thailand 22,2 kg/kapita/tahun².

Kabupaten Klaten berada pada urutan ketiga sebagai kabupaten produsen susu sapi tertinggi di Jawa Tengah pada tahun 2021-2022 setelah Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Semarang. Hasil produksi susu sapi juga mengalami peningkatan pada tahun 2022 berbanding terbalik dengan Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Semarang yang mengalami penurunan produksi susu cukup besar. Hal tersebut menunjukkan Kabupaten Klaten memiliki potensi pengembangan usaha peternakan sapi perah, sebagian besar usaha tersebut masih berbentuk peternakan sapi perah rakyat. Kecamatan Tulung memiliki populasi sapi pedet dan dara terbanyak di Kabupaten Klaten sehingga lebih berpotensi untuk dikembangkan sebagai sentra peternakan.

Output utama dari usaha peternakan sapi perah merupakan susu sapi sedangkan output sampingan berupa pedet dan indukan afkir. Selain output tersebut, peternakan sapi perah juga menghasilkan limbah peternakan berupa kotoran dan urine ternak. Umumnya kotoran yang dihasilkan digunakan sebagai pupuk kandang untuk tanaman pertanian maupun tanaman pakan ternak. Kotoran ternak berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Biogas yang dihasilkan menciptakan peluang ekonomi sirkular dengan mengubah kotoran ternak menjadi barang yang bernilai secara ekonomi tanpa merusak lingkungan. Teknologi utama dalam pembuatan biogas dari kotoran sapi yaitu biodigester yang memiliki fungsi untuk menampung gas metana yang dihasilkan dan sebagai tempat penguraian bahan organik secara *anaerob* oleh mikroba. Oleh karena itu, konsentrasi gas metana yang dilepaskan akibat kegiatan peternakan dapat diminimalisir.

Bakteri *Salmonella sp*, *Coxiella Burnetii* dan *Laptospirosis19* sering ditemukan pada limbah cair yang tidak diolah terlebih dahulu (Khairiyah, 2011) yang dapat menjadi vektor penyakit secara langsung maupun tidak langsung. Selain itu, kotoran ternak juga menimbulkan bau kurang sedap karena penumpukan

Kementan "Kementan Berkomitmen Kembangkan Produksi Susu Segar Dalam Negeri"

<https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/1340-kementan-berkomitmen-kembangkan-produksi-susu-segar-dalam-negeri> (diakses 24 Agustus 2023)

Azanella LA, Nugroho RS "Hari Susu Sedunia 1 Juni 2021: Tingkat Konsumsi Susu Penduduk Indonesia Masih Rendah" ¹

https://www.kompas.com/tren/read/2021/06/01/062500065/hari-susu-sedunia-1-juni-2021-tingkat-konsumsi-susu-penduduk-indonesia?lgn_method=google (diakses 5 September 2023)

kandungan gas ammonia yang dapat mengganggu aktivitas manusia. Aktivitas usaha peternakan juga turut berkontribusi pada peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Sumber emisi di sektor peternakan meliputi emisi CH₄ fermentasi enterik dari proses pencernaan pakan ternak, emisi CH₄ pengelolaan kotoran ternak, emisi N₂O langsung dan tidak langsung (penguapan) dari pengelolaan kotoran ternak (Mustikaningrum *et al.*, 2021).

Faktor sanitasi lingkungan sangat berprngaruh terhadap persepsi konsumen dalam membeli. Kondisi lingkungan kandang yang belum terkelola dengan baik secara tidak langsung akan menurunkan minat konsumen. Ekternalitas dari kotoran ternak dan potensi limbah yang dihasilkan memunculkan inisiatif dari beberapa pihak untuk mengurangi pencemaran dan meningkatkan nilai guna limbah peternakan. Pembangunan biodigester merupakan salah satu bentuk penerapan konsep ekonomi sirkular dengan pemanfaatan teknologi untuk mengubah limbah peternakan menjadi biogas, *sludge*, dan *slurry*. Biogas digunakan oleh peternak dan keluarga untuk bahan bakar memasak sehingga menghemat penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Selain itu, *sludge* dan *slurry* cair yang dihasilkan digunakan sebagai pupuk pribadi dan dapat dijual untuk meningkatkan pendapatan peternak. Pengolahan dan pemanfaatan limbah secara *anaerob* dapat menurunkan konsentrasi GRK di atmosfer yang membahayakan lapisan ozon (Fitriyanto *et al.*, 2015).

Pengolahan biogas dari kotoran sapi dengan menggunakan biodigester masih belum dilakukan oleh semua peternak dikarenakan permasalahan biaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis kelayakan terhadap investasi biodigester pada usaha peternakan sapi perah. Teknologi biodigester terkadang mengalami ketidaksempurnaan dalam pembangunannya. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya kebocoran kubah maupun kurang optimalnya biogas yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan analisis sensitivitas terhadap risiko munculnya biaya perbaikan biodigester. Berdasarkan permasalahan tersebut, perubahan harga pakan konsentrat, ampas tahu, dan penurunan harga jual susu segar juga berpengaruh terhadap kelayakan usaha peternakan sapi perah karena susu merupakan *output* utama dari usaha peternakan sapi perah dan memiliki nilai yang terbesar dibandingkan manfaat lainnya. Selanjutnya biaya pakan merupakan biaya yang paling besar dikeluarkan oleh peternak untuk kegiatan usahanya (Haloho dan Sugiarto 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis *switching value* untuk mengetahui sejauh mana usaha masih layak untuk dijalankan jika terjadi perubahan pada variabel tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kelayakan ekonomi usaha sapi perah skala kecil melalui biodigester dan non-biodigester di peternak, Desa Mundu, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Mundu, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah tahun 2024, dengan menggunakan metode survei lapang, kuesioner, dan wawancara sebanyak 40 peternak. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan kriteria peternak sapi perah yang telah menerapkan pengolahan limbah ternak dengan biodigester dan yang tidak menerapkan pengolahan limbah ternak (*non-biodigester*). Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari peternak sapi perah dan data sekunder diperoleh dari Dinas terkait. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif, kuantitatif, dan nilai ekonomi.

Tabel 1. Jumlah responden penelitian

| No | Responden | Klasifikasi Responden | Jumlah Sampel (orang) | Jumlah Sampel (orang) |
|-------|-----------|---|-----------------------|-----------------------|
| 1. | Peternak | Biodigester 6 m ³ dan 8 m ³ | 23 | 20 |
| 2. | Peternak | Non-biodigester | 49 | 20 |
| Total | | | | 40 |

Sampel yang digunakan adalah peternak sapi perah yang menggunakan biodigester dan non-biodigester. Kriteria responden peternak dengan ukuran biodigester sebesar 6 m³ dan 8 m³ yang didasari jumlah dan ukuran digester yang masih aktif untuk digunakan oleh peternak. Penelitian yang dilakukan juga menggunakan responden peternak sapi perah non-biodigester. Jumlah responden yang dijadikan

sebagai sampel untuk mewakili peternak non-biodigester sama dengan peternak biodigester. Jumlah responden peternak terlitat pada Tabel 1.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan empat alat analisis. Pertama, dalam menganalisis aspek non-finansial kedua pilihan usaha sapi perah menggunakan analisis deskriptif. Kedua, menganalisis kelayakan ekonomi, dari kedua usaha sapi perah menggunakan *cashflow* ekonomi dengan kriteria yang digunakan adalah NPV, IRR, Net B/C, dan PP menggunakan *Microsoft Excel*. Ketiga, menganalisis risiko yang dapat mempengaruhi usaha dilakukan dengan menggunakan analisis sensitivitas. Keempat, menganalisis maksimum perubahan yang dapat ditoleransi oleh usaha sapi perah dengan biodigester menggunakan analisis *switching value*.

Perhitungan Asumsi Harga

Asumsi harga *output* menggunakan harga perbatasan (*border price*). Komoditas susu segar yang dihasilkan peternak di lokasi penelitian merupakan produk substitusi impor. Oleh karena itu, asumsi harga susu sapi yang digunakan berupa harga CIF (*Cost, Insurance, Freight*) di pelabuhan yang telah dikonversi dengan menggunakan asumsi nilai tukar (SER) dikurangi biaya tataniaga yang dikeluarkan dari pelabuhan ke peternak dengan rumus:

Asumsi Harga Susu Sapi Perah

$$\text{Harga Bayangan Susu (HBS)} = [(CIF \times SER) - BT]$$

Keterangan:

- HBS = Harga bayangan susu (Rupiah/Liter)
- CIF = *Cost, Insurance, Freight* (US\$/Liter) merujuk data dari International Trade Centre 2024
- SER = *Shadow Exchange Rate* atau Nilai Tukar Bayangan (Rp/US\$)
- BT = Biaya Tataniaga (Rupiah) merujuk pada penelitian Sesami 2013 dan Oktariani 2014

Nilai tukar dapat dihitung dengan membagi nilai tukar resmi dengan faktor konversi standar. Nilai tukar mata uang asing ditentukan dengan rumus *Squire* dan Van Der Tak dalam (Gittinger, 1982) dengan rumus:

$$SER = \frac{OER}{SCF}$$

Keterangan:

- SER = *Shadow Exchange Rate* atau Nilai Tukar Bayangan (Rp/US\$)
- OER = *Official Exchange Rate* atau Nilai Tukar Resmi (Rp/US\$) merujuk data *Exchange Rate* 2014
- SCF = *Standard Conversion Factor* atau Faktor Konversi Standar

Selanjutnya dilakukan perhitungan faktor konversi standar untuk mengetahui harga dan nilai tukar. Perhitungan SCF menggunakan data nilai ekspor, nilai impor, penerimaan pemerintah dari pajak ekspor, dan penerimaan pemerintah dari pajak impor merujuk data BPS (2024) dengan rumus:

$$SCF_t = \frac{X_t + M_t}{(X_t - TX_t) + (M_t + TM_t)}$$

Keterangan:

- SCF_t = Faktor konversi standar untuk tahun ke-t
- X_t = Nilai ekspor Indonesia untuk tahun ke-t (Rupiah)
- M_t = Nilai impor Indonesia untuk tahun ke-t (Rupiah)
- TX_t = Penerimaan pemerintah dari pajak ekspor untuk tahun ke-t (Rupiah)
- TM_t = Penerimaan pemerintah dari pajak impor untuk tahun ke-t (Rupiah)

Umumnya tenaga kerja pada sektor pertanian dan peternakan merupakan tenaga kerja kurang terdidik atau kurang terlatih, yang dapat dilihat dari usia petani/peternak yang relatif lebih tua serta riwayat pendidikan yang cenderung terbatas, sehingga mayoritas dari mereka tidak memiliki keterampilan formal yang mendalam (Yoman *et al.*, 2019). Upah tenaga kerja perempuan sebesar 80% dari tingkat upah yang berlaku di daerah penelitian Maeanti *et al.*, (2013) dengan rumus:

$$HOK = \frac{JP \times JJK \times JHK}{JKS}$$

Keterangan:

- HOK = Harga Orang Kerja
- JP = Jumlah Pekerja (n)
- JJK = Jumlah Jam Kerja (Jam/hari)
- JHK = Jumlah Hari Kerja (Hari)
- JKS = Jam Kerja Standar (8 Jam)

Perhitungan Emisi CH₄

Perhitungan emisi metana mengacu IPCC (2006) menggunakan metode Tier 1 karena data spesifik terkait emisi pada sapi perah di Kabupaten Klaten belum tersedia. Perhitungan emisi metana dihitung dengan menjumlahkan emisi metana enterik fermentasi dan emisi metana pengelolaan kotoran. Langkah-langkah perhitungan emisi metana sebagai berikut:

$$N = n \times k$$

Keterangan:

- N = Populasi ternak dalam satuan ternak
- n = Populasi sapi perah dalam ekor
- k = Faktor koreksi yang besarnya 1 untuk sapi laktasi dan 0,25 untuk sapi pedet merujuk pada Sembada *et al.*, (2021)

Selanjutnya, dilakukan perhitungan emisi metana enterik fermentasi untuk sapi perah. Perhitungan untuk emisi metana fermentasi enterik, dengan rumus:

$$CH_4 \text{ Enterik} = EF \times N \times 25$$

Keterangan:

- CH₄ Enterik = Emisi gas metana dari fermentasi enterik (kg CO_{2eq}/Tahun)
- EF = Faktor emisi populasi sapi perah yang besarnya 61 kg CH₄/ekor/tahun mengacu IPCC 2006
- N = Populasi sapi perah dalam satuan ternak
- 25 = Nilai *Global Warming Potential* sebagai faktor konversi dari kg CH₄/Tahun ke kg CO_{2eq}/Tahun merujuk Myhre *et al.* (2013)

Terakhir, menghitung emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak sapi perah. Perhitungan untuk emisi metana pengelolaan kotoran ternak, dengan rumus:

$$CH_4 \text{ Manure} = EF \times N \times 25$$

Keterangan:

- CH₄ Enterik = Emisi gas metana dari pengelolaan kotoran (kg CO_{2eq}/Tahun)
- EF = Faktor emisi populasi sapi perah yang besarnya 31 kg CH₄/ekor/tahun mengacu IPCC 2006
- N = Populasi sapi perah dalam satuan ternak
- 25 = Nilai *Global Warming Potential* sebagai faktor konversi dari kg CH₄/Tahun ke kg CO_{2eq}/Tahun merujuk Myhre *et al.* (2013)

Perhitungan Emisi N₂O

Limbah peternakan terdiri dari limbah padat berupa kotoran dan limbah cair berupa urine. Emisi N₂O dapat terbentuk secara langsung dan tidak langsung pada saat penyimpanan dan pengolahan kotoran sebelum diaplikasikan ke lahan (IPCC 2006).

Estimasi Emisi N₂O Langsung dari Pengelolaan Kotoran, dengan rumus:

$$N_2O_D = (N \times (N_{rate} \times TAM \times 10^{-3} \times 365) \times MS) \times EF_D \times \frac{44}{28} \times 298$$

Keterangan:

- N₂O_D = Emisi langsung N₂O dari pengelolaan kotoran ternak (kg CO_{2eq}/Tahun)
- N = Populasi sapi laktasi dalam satuan ternak
- N_{rate} = Nilai default laju ekskresi N dalam satuan kg N/1.000 kg berat ternak/hari yang besarnya 0,47 untuk sapi perah mengacu IPCC 2006

- TAM = Berat ternak untuk jenis sapi perah laktasi (kg/ekor) yang besarnya 375 kg/ekor mengacu Lintangrino 2016
- MS = Fraksi dari total ekskresi nitrogen tahunan dari jenis ternak sapi perah yang dikelola pada sistem pengelolaan kotoran ternak yang besarnya 0,2 kg N/ternak/tahun mengacu IPCC 2006
- EF_D = Faktor emisi langsung N₂O dari sistem pengelolaan kotoran ternak tertentu (Kg N₂O-N/Kg N) yang besarnya 0,02 mengacu IPCC 2006
- 44/28 = Konversi emisi (N₂O)-N(mm) ke dalam bentuk N₂O (mm)
- 298 = Nilai *Global Warming Potential* sebagai faktor konversi dari kg N₂O/Tahun ke kg CO_{2eq}/Tahun Myhre et al. (2013)
- JH = Jumlah hari pemeliharaan, untuk sapi laktasi 365 hari dan sapi pedet 225 hari mengacu asumsi penelitian ini.

Estimasi Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran, dengan rumus:

$$N_2O_I = ((N \times (N_{rate} \times TAM \times 10^{-3} \times JH) \times MS) \times Fraction) \times EF_I \times \frac{44}{28} \times 298$$

Keterangan:

- N₂O_I = Emisi tidak langsung N₂O akibat penguapan N dari pengelolaan kotoran ternak (kg CO_{2eq}/Tahun)
- Fraction = Persen limbah N yang tervolatilisasi untuk jenis ternak tertentu yang tervolatilisasi menjadi NH₃ dan NO_x pada sistem pengelolaan limbah ternak S, (kg N₂O-N/kg N pada sistem pengelolaan limbah ternak sapi perah)
- EF_I = Faktor emisi tidak langsung N₂O dari sistem pengelolaan kotoran ternak tertentu (Kg N₂O-N/Kg N) yang besarnya 0,01 mengacu IPCC 2006

Perhitungan Biaya Pelepasan Emisi

Perhitungan biaya pelepasan emisi dihitung dengan mengalikan hasil emisi yang dilepaskan ke atmosfer dengan tarif pajak karbon. Tarif pajak karbon ditetapkan sebesar paling rendah Rp30,00/kg karbon dioksida ekuivalen (CO_{2eq}) atau satuan yang setara (UU 2021).

Net Present Value (NPV)

Net present value merupakan selisih antara total *present value* manfaat dengan total *present value* biaya atau jumlah *present value* dari manfaat bersih tambahan selama umur usaha pada tingkat diskonto tertentu. Perhitungan NPV dengan rumus:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

Keterangan:

- B_t = Penerimaan yang diperoleh pada tahun ke-t (Rupiah)
- C_t = Biaya yang dikeluarkan pada tahun ke-t (Rupiah)
- n = Umur ekonomis proyek (Tahun)
- i = Tingkat suku bunga (Persen)
- t = Tingkat investasi (t = 0, 1, 2, ..., n) (Tahun)

Net Benefit Cost Ratio (Net B/C Ratio)

Rasio manfaat biaya adalah rasio antara manfaat bersih yang bernilai positif dengan manfaat bersih yang bernilai negatif. Dengan kata lain, Net B/C merupakan manfaat bersih yang menguntungkan usaha yang dihasilkan terhadap setiap satu satuan kerugian dari usaha tersebut. Perhitungan Net B/C dengan rumus:

$$Net \frac{B}{C} Ratio = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \geq 0}{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} < 0}$$

Keterangan:

- Net B/C = Nilai *Benefit-Cost Ratio*
- B_t = Penerimaan yang diperoleh pada tahun ke-t (Rupiah)

- C_t = Biaya yang dikeluarkan pada tahun ke- t (Rupiah)
 n = Umur ekonomis proyek (Tahun)
 i = Tingkat suku bunga (Persen)
 t = Tingkat investasi ($t = 0, 1, 2, \dots, n$) (Tahun)

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return merupakan tingkat *discount rate* (DR) yang menghasilkan NPV sama dengan atau mendekati nol dan besaran yang dihasilkan dalam perhitungannya dalam satuan persentase (%). Suatu usaha layak dilaksanakan jika nilai IRR lebih besar atau sama dengan *discount rate* yang berlaku. Rumus yang digunakan dalam menghitung IRR yaitu sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

Keterangan:

- NPV_1 = NPV yang bernilai positif (Rupiah)
 NPV_2 = NPV yang bernilai negatif (Rupiah)
 i_1 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV positif (Persen)
 i_2 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif (Persen)

Payback Period (PP)

Model ini digunakan untuk mengetahui berapa lama investasi modal kembali, dilihat dari keuntungan bersih usaha sesudah diperhitungkan pajak perusahaan. Semakin cepat modal itu dapat kembali maka semakin baik suatu usaha untuk diusahakan. Nilai *payback period* yang lebih pendek dibandingkan dengan jangka waktu umur ekonomi usaha, maka usulan usaha investasi tersebut dinyatakan layak. Semakin kecil angka yang dihasilkan, maka semakin cepat tingkat pengembalian investasinya. Perhitungan *payback period* dengan rumus:

$$P = x + \frac{y}{z}$$

Keterangan:

- P = Jumlah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi yang telah *discounted* (Tahun)
 x = Tahun sebelum *full recovery* (n tahun)
 y = Biaya yang belum dipulihkan pada awal tahun dan telah *discounted* (Rupiah)
 z = Arus kas yang telah *discounted* selama tahun berjalan (Rupiah)

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada biaya perbaikan biodigester. Analisis dilakukan dengan memperhatikan nilai NPV, IRR, Net B/C, dan *payback period* pada kondisi tertentu. Nilai peubah dalam analisis ini adalah munculnya biaya perbaikan biodigester. Pertimbangan penggunaan biaya perbaikan biodigester didasarkan pada risiko kebocoran reaktor biogas atau nyala kompor biogas yang kurang maksimal karena pengisian yang tidak konsisten sehingga terjadi pengendapan dan perlu dilakukan pengurusan.

Analisis Switching Value

Informasi terkait biaya dan manfaat usaha sapi perah yang dituangkan ke dalam *cashflow* hanya berlaku untuk satu harga tertentu saja tanpa memperhitungkan perubahan yang akan terjadi. Faktor perubahan tingkat produksi sering menjadi parameter utama yang mempengaruhi perubahan dalam analisis kelayakan usaha sapi perah. Selain tingkat produksi, dalam analisis kelayakan harga pakan juga sering mempengaruhi perubahan. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan analisis *switching value* atau nilai pengganti. Metode ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana perubahan yang terjadi pada suatu variabel menyebabkan usaha tidak layak untuk dijalankan dengan asumsi *ceteris paribus*. Kriteria

kelayakan investasi yang tidak layak adalah ketika keuntungan menurun karena keuntungan bersih atau NPV saat ini menjadi nol.

Asumsi Dasar pada Usaha Sapi Perah

Asumsi untuk produksi usaha sapi perah di peternak menggunakan beberapa faktor sebagai pembatas dalam penggunaannya, serta untuk memprediksi biaya produksi dan pendapatan peternak. Beberapa faktor yang dapat diketahui dari usaha sapi perah dengan menggunakan asumsi produksi dan nilai ekonomi. Di antaranya adalah sebagai faktor pembeda biaya investasi, biaya air, upah tenaga kerja, biaya sosial, dan biaya pembangunan biodigester. Asumsi secara teknis sapi perah dapat memproduksi selama 300 hari/tahun (Nasution 2016); (Hasan 2017). Kemudian, sapi perah dapat memproduksi atau bunting setiap tahun dan tunggal.

Sapi perah yang bunting pertama kali merupakan investasi awal usaha dan reinvestasi dengan pembelian sapi bunting baru. Kelahiran pedet setiap tahunnya berselang-seling, tahun pertama pedet jantan dan tahun berikutnya pedet betina dan terus berulang. Setiap tahun diasumsikan seluruh pedet yang dihasilkan habis terjual setelah berumur antara 5-8 bulan. Seluruh susu yang dihasilkan diasumsikan habis terjual selama umur usaha setelah dikurangi susu untuk kebutuhan pedet. Seluruh kotoran yang dihasilkan diasumsikan seluruhnya dijual dengan harga Rp500/kg. Harga *slurry* cair yang digunakan sama dengan harga *sludge* dan kotoran normal. Nilai penyusutan dihitung dengan cara harga beli dibagi dengan umur ekonomisnya. Nilai sisa atau *salvage value* pada periode akhir usaha akan diperhitungkan ke dalam *inflow* (penerimaan). Jumlah *input* maupun *output* diasumsikan sama untuk beberapa item kedua pilihan usaha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum Wilayah

Desa Mundu terletak pada ketinggian 500 mdpl dengan curah hujan 0,9 m/tahun dan suhu rata-rata 26°C. Pada tahun 2023 memiliki kelembapan rata-rata 79% dengan suhu minimum 18,2°C dan maksimum 35,6°C pada musim penghujan, sedangkan 20,9°C dan 33,4°C saat musim kemarau. Desa Mundu memiliki akses jalan yang mudah dilalui semua transportasi dan dekat dengan Kabupaten Boyolali sehingga memudahkan distribusi hasil maupun *input* peternakan. Desa Mundu merupakan salah satu desa di Kecamatan Tulung yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai peternak sapi dan petani. Beberapa peternak desa ini sudah melakukan pengolahan limbah ternak menjadi biogas untuk memasak dan *slurry* sebagai pupuk.

Pembangunan biodigester dilakukan secara bertahap dan terus bertambah setiap tahunnya sejak tahun 2013. Tahun 2023 telah terbangun 67 biodigester dengan jenis *fix dome* yang terdiri atas 64 biodigester pada kandang pribadi dan 3 biodigester pada kandang kelompok yang tersebar di wilayah Desa Mundu. Desa tersebut berkontribusi dalam upaya pengembangan program Desa Mandiri Energi Berbasis Biogas sejak akhir tahun 2013 hingga sekarang. Tahun 2018 Desa Mundu memperoleh penghargaan juara 3 Desa Mandiri Energi tingkat Provinsi Jawa Tengah, tahun 2019 Desa Mundu kembali memperoleh penghargaan dari Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan LPTP Award sebagai Desa Mandiri Energi Biogas (Tuty et al., 2020).

Karakteristik Peternak Sapi Perah

Responden penelitian ini terdiri atas 38 peternak laki-laki dan 2 peternak perempuan dengan rentang usia 30–79 tahun. Pada usaha sapi perah biodigester didominasi oleh peternak dengan usia 50 – 59 tahun sebanyak 8 orang sedangkan non-biodigester didominasi oleh peternak dengan usia 60 – 69 tahun sebanyak 6 orang. Pengalaman peternak dalam melakukan usaha sapi perah didominasi oleh peternak dengan pengalaman selama 16 – 20 tahun sebanyak 13 orang dan peternak dengan pengalaman terlama selama 40 tahun. Riwayat pendidikan responden cenderung masih rendah yaitu SD/Sederajat sebanyak 22 peternak karena keterbatasan ekonomi. Selain itu, terdapat 5 peternak dengan pendidikan SMP/SLTP/Sederajat dan 13 peternak dengan riwayat pendidikan SMA/SLTA/Sederajat. Sebanyak 11 peternak dengan biodigester menjadikan usaha sapi perah sebagai usaha utama dan 9 sisanya merupakan

usaha sampingan sedangkan 12 peternak non-biodigester menjadikan usaha sapi perah sebagai usaha sampingan. Total kepemilikan sapi laktasi dan sapi kering kandang responden sebanyak 116 ekor dengan rata-rata kepemilikan sebanyak 3 ekor. Total sapi dara sebanyak 14 ekor dan sapi pejantan sebanyak 5 ekor. Kemudian, total pedet jantan sebanyak 42 ekor dan pedet betina sebanyak 29 ekor.

Usaha peternakan sapi perah umumnya masih dikelola secara tradisional dan turun temurun dari keluarga. Keberadaan peternakan sapi perah berimplikasi terhadap produksi kotoran ternak. Hal tersebut mendorong peternak untuk memanfaatkan kotoran menjadi pupuk organik. Kondisi penumpukan kotoran apabila terjadi terus menerus dan tidak dikelola dengan baik berakibat buruk kepada masyarakat maupun lingkungan. Kotoran sapi dan limbah cair dari proses pemeliharaan sapi yang telah bercampur dengan urine sapi apabila langsung dibuang melalui saluran air tanpa melalui proses pengolahan dapat menimbulkan polusi tanah dan air (Sarwani et al., 2020).

Sarana dan Prasarana

Pemeliharaan sapi perah dilakukan dalam kandang, tidak digembalakan. Terdapat dua tipe kandang yaitu tunggal sebanyak 38 peternak dan ganda sebanyak 2 peternak. Rangka atap seperti, asbes, genting, dan galvalum. Struktur tiang berupa beton atau kayu. Lantai kandang menggunakan semen dan terdapat beberapa kandang yang dilengkapi karpet sapi. Saluran pembuangan limbah peternakan tergolong baik dan lancar. Instalasi listrik digunakan untuk penerangan kandang (lampu), terhubung dengan rumah peternak. Daya listrik bervariasi yaitu 450W, 900W, dan 1300W. Instalasi air digunakan untuk sanitasi kandang, mencuci peralatan, dan kebutuhan sapi. Sumber air berasal dari PAM (Rp4.000 – Rp7.000/m³) dan air tadah hujan. Biodigester digunakan untuk mengurai bahan organik (kotoran) menjadi biogas. Sistem pengisian reaktor yaitu *continous feeding* dan berbentuk kubah tetap, pengisian penuh pertama kali kemudian berkala setiap harinya. Skema produksi biogas yaitu memasukkan kotoran ke dalam *inlet* dengan perbandingan antara kotoran dan air sebesar 1:1. Setelah masuk ke dalam *inlet* dilakukan proses pengadukan sehingga kondisi kotoran sudah cukup encer. Kemudian, kotoran akan masuk ke dalam biodigester melalui pipa masuk. Biogas yang dihasilkan akan tertampung di dalam kubah dan disalurkan ke kompor biogas melalui pipa saluran biogas.

Selanjutnya ampas berupa *sludge* dan *slurry* keluar dan tertampung di dalam *outlet*. *Slurry* dapat digunakan sebagai pupuk cair dan *sludge* dapat digunakan sebagai pupuk organik, aktifator, bahan pakan, bio-pestisida, maupun media budidaya hidroponik atau jamur. Peralatan penunjang kelancaran usaha sapi perah diantaranya *milk can* yaitu wadah susu dari aluminium atau kaleng yang memiliki ukuran 10–15 liter, ember dan gayung (siwur) digunakan untuk menampung susu sementara saat proses pemerahan. Sekop digunakan untuk membersihkan kotoran sapi yang terbuat dari bahan besi atau plastik. Sabit (arit) untuk menyabit rumput pakan ternak, selang air untuk mengalirkan air dari keran menuju kandang yang digunakan untuk membersihkan sisa kotoran, mencuci peralatan dan lain sebagainya. Sikat digunakan untuk membersihkan sapi saat dimandikan, garpu berfungsi untuk mengumpulkan kotoran sebelum disekop. Angkong untuk mengangkat kotoran dari kandang ke tempat penampungan dan bak (ember besar) digunakan untuk tempat pakan ternak.

Proses Produksi Usaha Sapi Perah

Pengadaan bibit sapi perah umumnya menggunakan sapi *Friesian Holstein* (FH) yang berasal dari Kabupaten Boyolali. Pakan sapi perah terdiri dari hijauan (rumput, kolonjono, ramban) dan pakan penguat (konsentrat, ampas tahu). Pakan yang diberikan untuk sapi laktasi antara lain, hijauan 24,5 kg/ekor/hari, konsentrat 4 kg/ekor/hari, dan ampas tahu 13,5 kg/ekor/hari. Kemudian, untuk pedet hijauan sebanyak 8,5 kg/ekor/hari, konsentrat 2 kg/ekor/hari, dan ampas tahu 7 kg/ekor/hari. Sanitasi kandang dilakukan dua kali sehari yaitu dengan membersihkan kandang dan mengumpulkan kotoran untuk dimasukkan ke dalam biodigester atau ditampung sebelum digunakan sebagai pupuk. Sanitasi ternak masih jarang dilakukan oleh peternak tetapi terdapat peternak yang memandikan ternak sebanyak sebulan sekali. Reproduksi dilakukan dengan menggunakan inseminasi buatan (IB), meski tingkat keberhasilan IB di desa ini masih rendah. Penanganan penyakit pada tahap awal dilakukan oleh peternak mandiri baik menggunakan obat atau vitamin. Namun, apabila tidak bisa diatasi oleh peternak maka akan ditangani oleh dokter hewan. Produksi susu yang dihasilkan rata-rata sebanyak 10,5 liter/ekor/hari yang diperoleh melalui pemerahan

sebanyak dua kali sehari secara manual. Lokasi dan prasarana mendukung, meski beberapa peralatan masih kurang secara kuantitas. Proses produksi berjalan baik tetapi pemeriksaan kesehatan hewan perlu ditingkatkan.

Aspek Sosial dan Lingkungan

Usaha peternakan sapi perah di Desa Mundu meningkatkan kesejahteraan peternak dan ekonomi lokal. Hampir setiap rumah memelihara ternak, meski dominan sapi pedaging. Pemerintah Kabupaten Klaten mendukung dengan memperbaiki infrastruktur. Lebih lanjut, peternak mendapat bantuan ternak, modal, hingga tenaga untuk pembuatan biodigester terutama untuk anggota kelompok. Peternakan sapi perah tidak mengganggu budaya lokal, sudah menjadi bagian dari tradisi. Pembersihan kandang rutin dan penggunaan biodigester cukup efektif mengurangi bau. Hasil kotoran digunakan sebagai pupuk pribadi atau dijual. Potensi emisi gas metana yang dihasilkan satu usaha peternakan dengan tiga ekor sapi laktasi dan tiga ekor sapi pedet yaitu penjumlahan antara emisi gas metana fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran yaitu sebesar 10.679,13 kg CO₂eq/tahun. Potensi emisi gas dinitrogen oksida secara tidak langsung yang dihasilkan satu usaha peternakan dengan tiga ekor sapi laktasi dan tiga ekor sapi pedet yaitu sebesar 29,92 kg CO₂eq/tahun. Namun, besarnya emisi tersebut dapat diperkecil dengan salah satunya pemanfaatan teknologi biodigester sehingga potensi emisi yang dihasilkan berupa emisi gas metana fermentasi enterik (Widyastuti *et al.*, 2013). Penurunan emisi gas yang dihasilkan sebesar 3.487,5 kg CO₂eq/tahun. Secara keseluruhan, usaha ini berdampak positif pada sosial, budaya, dan lingkungan, serta membuka peluang usaha baru. Penggunaan biodigester cukup berdampak dalam penurunan emisi yang dihasilkan dari aktifitas usaha peternakan sapi perah.

Aspek Manajerial, Kelembagaan, Institusional

Kegiatan operasional peternakan sapi perah di Desa Mundu meliputi membersihkan kandang, membersihkan sapi, memberi pakan, pemerah susu, mencari pakan, dan mengontrol kesehatan hewan. Semua kegiatan tersebut dilakukan bersama anggota keluarga, terutama kepala keluarga. Ketika peternak sedang ada kegiatan yang tidak dapat ditinggal maka kegiatan peternakan akan dilakukan oleh saudara maupun tetangga dengan upah harian Rp100.000. Terdapat 10 peternak dengan biodigester yang tergabung dalam Kelompok Ternak Margo Mulyo 1 dan 3. Pada peternakan sapi perah non-biodigester hanya terdapat tiga peternak yang tergabung dalam kelompok yakni Kelompok Margo Mulyo 3. Selain dua kelompok tersebut, di desa ini juga terdapat Kelompok Margo Mulyo 2 tetapi untuk saat ini dalam keadaan tidak aktif. Keberadaan kelompok ternak berdampak pada bantuan *input* maupun pelatihan terkait usaha ternak sapi perah. Namun, umumnya bantuan juga dirasakan peternak non-anggota. Usaha ini dinilai layak dan mendapat dukungan, termasuk rencana wisata edukasi dan pemanfaatan hasil ternak dari pemerintah desa.

Aspek Komersial

Indonesia mengimpor 77,3% kebutuhan susu, memberikan peluang bagi peternak lokal untuk memenuhi kebutuhan nasional. Susu dari peternak Desa Mundu dijual ke Koperasi Unit Desa (KUD) dan lokal dengan harga sekitar Rp6.963/liter untuk peternakan biodigester dan Rp6.893 per liter untuk non-biodigester. Susu dari KUD maupun lokal dijual ke industri seperti Cimory, Sarihusada, Bendera Jakarta, dan susu segar (sugaran) di wilayah Klaten. Hasil produksi susu segar dari peternak dijual ke koperasi dan lokal, yang kemudian dipasarkan ke Industri Pengolahan Susu (IPS) dan usaha susu segar di Klaten. Harga susu bervariasi, harga tertinggi ditawarkan oleh lokal Pramono Singosari (Rp7.250/liter) dan terendah terdapat di KUD Musuk (Rp6.000/liter). Susu dikumpulkan di titik yang disepakati atau diambil langsung oleh koperasi atau lokal ke rumah peternak maupun diantar peternak ke KUD maupun rumah lokal. Permintaan dan penawaran susu di Desa Mundu memadai, dengan pasar yang jelas setiap harinya. Dari aspek komersial, usaha peternakan sapi perah di Desa Mundu layak dijalankan.

Kelayakan Ekonomi

Produksi susu per laktasi bervariasi setiap tahunnya dengan kuantitas susu dan harga jual yang sama untuk peternakan sapi perah biodigester maupun non-biodigester. Tahun pertama sapi dapat

menghasilkan susu sebanyak 10 liter/hari, tahun kedua sebanyak 12 liter/hari, tahun ketiga dan keempat sebanyak 15 liter/hari, tahun kelima sebanyak 12 liter/hari. Kemudian, sapi akan diafkir dan siklus berulang seperti awal tahun pertama. Penjualan susu telah dikurangi jumlah susu yang diberikan kepada pedet sebanyak 6,5 liter selama tiga bulan. Harga bayangan nilai tukar atau *shadow exchange rate* untuk kedua pilihan usaha sama yaitu Rp16.712/US\$. Harga susu yang digunakan merupakan harga bayangan susu sapi sebesar Rp10.344/liter. Penerimaan hasil produksi susu sapi perah selama umur usaha terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Proyeksi penerimaan hasil produksi susu sapi perah selama umur usaha

| Tahun | Kedua Pilihan Usaha (Rupiah) |
|----------|------------------------------|
| 1 dan 6 | 74.944.586 |
| 2 dan 7 | 93.564.358 |
| 3 dan 8 | 121.494.018 |
| 4 dan 9 | 121.494.018 |
| 5 dan 10 | 93.564.358 |

Pedet jantan dan betina diasumsikan terjual keseluruhan selama umur usaha dengan kuantitas dan harga jual yang sama, baik untuk usaha sapi perah dengan menggunakan biodigester maupun non-biodigester. Pemeliharaan pedet selama 7,5 bulan dan dilanjutkan penjualan pedet. Harga jual pedet jantan sebesar Rp7.012.500/ekor sedangkan pedet betina sebesar Rp5.400.000/ekor. Penerimaan tiap tahun ganjil untuk pedet jantan dan tiap tahun genap untuk pedet betina. Proyeksi penerimaan dari hasil penjualan pedet, terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proyeksi penerimaan hasil penjualan pedet

| Tahun | Pedet Jantan (Rupiah) | Pedet Betina (Rupiah) |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| | Kedua Pilihan Usaha | Kedua Pilihan Usaha |
| 1 | 21.037.500 | 0 |
| 2 | 0 | 16.200.000 |
| 3 | 21.037.500 | 0 |
| 4 | 0 | 16.200.000 |
| 5 | 21.037.500 | 0 |
| 6 | 0 | 16.200.000 |
| 7 | 21.037.500 | 0 |
| 8 | 0 | 16.200.000 |
| 9 | 21.037.500 | 0 |
| 10 | 0 | 16.200.000 |

Hasil Sampingan Usaha Sapi Perah

Induk sapi akan diafkir pada akhir tahun ke-5 dan akan dilakukan reinvestasi berupa sapi bunting pada awal tahun ke-6 dengan harga jual yang sama untuk kedua pilihan usaha. Kemudian, induk sapi akan di afkir kembali pada akhir tahun ke-10 dengan harga jual induk afkir sapi laktasi sebesar Rp12.000.000/ekor. Harga jual kotoran ternak untuk kedua usaha adalah sama. Kotoran dijual dalam kondisi berat kering sebesar 40% dari bobot basah. Produksi kotoran untuk sapi laktasi sebanyak 27 kg/ekor/hari sedangkan pada pedet sebanyak 9 kg/ekor/hari. Harga jual kotoran sebesar Rp500/kg. Penerimaan peternak dari hasil penjualan kotoran sebesar Rp7.128.000/tahun. Penjualan *bio-slurry* hanya dilakukan oleh peternakan sapi perah biodigester. *Slurry* dijual dengan harga Rp500/liter dengan hasil produksi sebanyak 46,5495 liter/hari. Proyeksi penerimaan peternakan biodigester dari penjualan *bio-slurry* sebesar Rp8.495.285/tahun. Biogas merupakan produk utama yang dihasilkan oleh biodigester. Biogas digunakan untuk menggantikan LPG (tidak sepenuhnya) dengan penghematan sebanyak 2 tabung LPG 3 kg/bulan. Harga gas LPG menggunakan harga LPG non-subsidi sebesar Rp16.000/kg sehingga penghematan LPG sebesar Rp1.152.000/tahun. Nilai sisa dihitung dengan metode garis lurus, hasil perhitungan nilai sisa berbeda antara kedua pilihan usaha. Pada usaha sapi perah dengan menggunakan biodigester diperoleh nilai sisa sebesar Rp171.935.082 sedangkan pada non-biodigester sebesar Rp171.844.665.

Biaya Investasi dan Biaya Tetap

Nilai biaya investasi berbeda antara usaha sapi perah biodigester dan non-biodigester. Biaya Investasi peternakan biodigester sebesar Rp261.664.320 sedangkan peternakan non-biodigester sebesar Rp251.518.070. Biaya lahan sudah termasuk dalam biaya investasi dengan menggunakan asumsi nilai sewa lahan sebesar Rp1.500.000/m²/tahun. Tagihan air pada usaha sapi perah biodigester akan menghabiskan sebesar Rp621.000/tahun sedangkan pada non-biodigester menghabiskan sebesar Rp434.700/tahun. Harga air yang digunakan oleh kedua usaha sapi perah merupakan harga air rata-rata sebesar Rp5.175/m³. Tagihan listrik untuk kedua usaha sapi perah besarnya sama yaitu sebesar Rp59.218/tahun. Upah tenaga kerja peternak untuk kedua usaha berbeda nilainya yang mencakup upah penanaman pakan, pencarian pakan, pemberian pakan, pembersihan kandang, pemandian sapi, pemerahan, dan pengeringan kotoran. Upah tenaga kerja sebesar Rp100.000/8 jam dan upah tenaga kerja wanita sebesar 80% dari upah tenaga kerja laki-laki. Proyeksi pengeluaran biaya tenaga kerja peternak selama umur usaha terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Proyeksi pengeluaran biaya untuk tenaga kerja peternak

| Tahun | Peternakan Biodigester (Rupiah) | Peternakan Non-biodigester (Rupiah) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 0 | 18.750 | 18.750 |
| 1 – 9 | 48.730.000 | 47.077.500 |
| 10 | 48.748.750 | 47.096.250 |

Biaya transportasi untuk kedua usaha sapi perah besarnya sama yaitu sebesar Rp2.331.000/tahun. Biaya servis kompor biogas hanya dikeluarkan oleh peternakan biodigester sebesar Rp243.000/tahun dan biaya servis kendaraan untuk kedua pilihan usaha besarnya sama yaitu Rp150.000/tahun.

Biaya Variabel

Biaya pakan konsentrat dan ampas tahu untuk kedua usaha sapi perah besarnya sama. Total pengeluaran pakan konsentrat dan ampas tahu sebesar Rp21.977.415/tahun dan Rp21.770.370/tahun. Biaya mineral untuk kedua usaha besarnya sama yaitu sebesar Rp873.450/tahun. Biaya pelumas untuk kedua usaha besarnya sama yaitu sebesar Rp48.261/tahun. Biaya pembelian obat cacing untuk kedua usaha besarnya sama yaitu sebesar Rp83.138/tahun. Biaya pemeriksaan hewan untuk kedua usaha sapi perah besarnya sama yaitu sebesar Rp805.500/tahun. Biaya pajak PBB tidak diperhitungkan dalam analisis kelayakan ekonomi karena pajak merupakan transfer.

Biaya Pengolahan Emisi

Tabel 5. Proyeksi biaya pelepasan emisi ke atmosfer

| Kriteria Investasi | Peternakan Sapi Perah Biodigester (Rupiah/Tahun) | Peternakan Sapi Perah Non-biodigester (Rupiah/Tahun) |
|---|--|--|
| Emisi CH ₄ Fermentasi Enterik | 171.563 | 171.563 |
| Emisi CH ₄ Pengelolaan Kotoran | - | 87.188 |
| Emisi N ₂ O Langsung | - | 11.126 |
| Emisi N ₂ O Tidak Langsung | - | 1.113 |
| Total | 171.563 | 270.989 |

Pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa usaha sapi perah yang telah mengolah limbah ternak berupa feses dan urine mengeluarkan biaya pelepasan emisi yang lebih sedikit karena emisi yang dihasilkan lebih sedikit.

Analisis Kelayakan Ekonomi

Pada Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa dari kedua pilihan usaha sapi perah (biodigester dan non-biodigester) secara ekonomi layak untuk dilanjutkan. Usaha sapi perah di peternak dengan menggunakan biodigester lebih menguntungkan, jika dilihat dari nilai ekonomi NPV, Net B/C, dan IRR lebih tinggi serta

waktu pengembalian investasi yang lebih cepat dibandingkan non-biodigester.

Tabel 6. Hasil analisis kelayakan ekonomi kedua pilihan usaha berdasarkan kriteria investasi

| Kriteria Investasi | Peternakan Sapi Perah Biodigester | Peternakan Sapi Perah Non-biodigester |
|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| NPV (Rp) | 129.751.349,29 | 82.255.911,96 |
| Net B/C | 1,44 | 1,29 |
| IRR (Persen) | 12,33 | 9,97 |
| PP (Tahun) | 9,02 | 9,14 |

Analisis Sensitivitas

Pada Tabel 7, hasil analisis sensitivitas terhadap munculnya biaya perbaikan biodigester sebesar 3,04% dari biaya pembangunan biodigester. Usaha sapi perah di peternak dengan menggunakan biodigester secara ekonomi dapat dikatakan layak dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kelayakan usaha peternakan sapi perah.

Tabel 7. Hasil analisis sensitivitas usaha peternakan sapi perah biodigester

| Kriteria Kelayakan | Hasil Analisis | Keterangan |
|--------------------|----------------|------------|
| NPV (Rupiah) | 127.490.061,55 | Layak |
| Net B/C | 1,44 | Layak |
| IRR (Persen) | 12,21 | Layak |
| PP (Tahun) | 9,02 | Layak |

Analisis Switching Value

Pada Tabel 8, hasil analisis *switching value* perubahan yang paling berpengaruh terhadap kelayakan ekonomi usaha sapi perah pada setiap pilihan usaha yaitu perubahan harga jual susu per liter karena memiliki persentase perubahan yang paling kecil dibandingkan perubahan harga konsentrat dan harga ampas tahu. Hasil ini selaras dengan penelitian Nasution (2016).

Tabel 8. Hasil analisis *switching value* usaha peternakan sapi perah biodigester

| Perubahan | Peternakan Sapi Perah Biodigester (persen) |
|------------------------------|--|
| Peningkatan Harga Konsentrat | 78,33 |
| Peningkatan Harga Ampas Tahu | 79,07 |
| Penurunan Harga Jual Susu | 17,17 |
| Biaya Perbaikan Biodigester | 174,32 |

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ditinjau dari aspek ekonomi maupun aspek non-finansial yaitu aspek teknis, sosial dan lingkungan, kelembagaan, institusional, manajerial, dan komersial, usaha sapi perah di Desa Mundu, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah, baik yang menggunakan biodigester dan maupun tidak menggunakan, secara ekonomi layak untuk dijalankan. Meskipun demikian, jika dibandingkan, kelayakan ekonomi pada usaha sapi perah yang menggunakan biodigester menunjukkan kriteria investasi yang lebih baik dibandingkan dengan usaha sapi perah non-biodigester, baik atas nilai NPV, Net B/C, IRR, maupun *payback periodnya*. Analisis sensitivitas menunjukkan biaya perbaikan biodigester tidak mempengaruhi kelayakan usaha sapi perah. Analisis *switching value* menunjukkan penurunan harga jual produksi susu sapi perah merupakan variabel paling sensitif diantara empat variabel yang diuji.

Dengan demikian, diharapkan peternak yang belum memiliki biodigester dapat melakukan investasi biodigester untuk meningkatkan nilai ekonomi usahanya. Dalam menghadapi risiko perubahan harga, perlu dilakukan upaya mitigasi dan dukungan dari pemerintah demi mempertahankan keberlangsungan usaha peternak. Peningkatan nilai ekonomi peternak juga dapat ditingkatkan dengan membuka peluang pasar produksi sapi perah sehingga penjualan produk usaha sapi perah lebih terjamin. Selain itu, diharapkan perkembangan skala usaha sapi perah dapat meningkat dan nilai ekonomi peternakan optimal sehingga kesejahteraan peternak dapat lebih terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Azanella LA, Nugroho RS. (2021). Kompas.com. Hari susu sedunia 1 Juni 2021: tingkat konsumsi susu penduduk Indonesia masih rendah. [diakses 5 September 2023]. https://www.kompas.com/tren/read/2021/06/01/062500065/hari-susu-sedunia-1-juni-2021--tingkat-konsumsi-susu-penduduk-indonesia?lgm_method=google.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Populasi Sapi Perah menurut Provinsi (Ekor), 2020-2022. [internet]. [diunduh 15 Juni 2024]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDCwIzI=/populasi-sapi-perah-menurut-provinsi.html>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. Realisasi Pendapatan Negara (Milyar Rupiah), 2022-2024. [internet]. [diunduh 28 April 2024]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTA3MCMY/realisasi-pendapatan-negara.html>.
- Fitriyanto, N. A., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A., Erwanto, Y., Abidin, M. Z., Baliarti, E., & Suranindyah, Y. Y. (2015). Counseling and assistance in the treatment of beef cattle farm waste in the Sido Mulyo livestock farmer group, Pulosari Hamlet, Jumoyo Village, Salam District, Magelang Regency. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 1(01), 79-95.
- Gittinger, J. P. (1982). *Economic Analysis of Agricultural Project* (2nd ed.). The Hopkins University Press.
- Gustiani, E., & Fahmi, T. (2022). Peran Sektor Peternakan Mendukung Ketahanan Pangan di Era New Normal Melalui Penerapan Teknologi Reproduksi Pada Sapi Potong Di Kabupaten Majalengka. Di dalam: Isyanto AY, Yusuf MN, Setia B, Sudrajat, Aziz S. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Ag. 6(1), 70–76. <https://jurnal.unigal.ac.id/prosiding/article/view/7708/5001>.
- Haloho RD, Sugiarto M. (2021). Analisis Break Even Point Usaha Peternakan Sapi Perah di Kabupaten Semarang. *Jurnal Agribisnis Lahan Kering*. 6(2):76–81. doi:10.32938/ag.v6i2.1323.
- Hasan IG. 2017. Analisis kelayakan usaha peternakan sapi perah anggota KUD Mandiri Bayongbong Kabupaten Garut [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol.4 (Agriculture, Forestry and Other Land Use).
- Khairiyah, K. (2011). Zoonoses and their prevention efforts (North Sumatra case). *Journal of Agricultural Research and Development*, 30(3), 117-124.
- Lintangrino, M. C., & Boedisantoso, R. (2016). Inventory of greenhouse gas emissions in the agricultural and livestock sectors in the city of Surabaya. *ITS Engineering Journal*, 5(2), D53-D57.
- Maeanti, R. F., Fauzi, A., & Istiqomah, A. (2013). Evaluasi kelayakan finansial usaha peternakan dan pengembangan biogas: studi kasus Desa Suntenjaya, Bandung. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 14(1), 27–42. <https://doi.org/10.21002/jepi.v14i1.02>
- Mustikaningrum, D., Kristiawan, & Suprayitno. (2021). Emisi gas rumah kaca sektor pertanian di Kabupaten Tuban: inventarisasi dan potensi aksi mitigasi. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(2), 155–171. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.2.155-171>
- Myhre G, Shindell D, Bréon FM, Collins W, Fuglestedt J, Huang J, Koch D, Lamarque JF, Lee D, Mendoza B, Nakajima T, Robock A, Stephens G, Takemura T, Zhang H. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM, editor. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nasution, A. G. (2016). Analisis kelayakan usaha peternakan sapi perah di Kawasan Usaha Peternakan (KUNAK) Kabupaten Bogor [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. In [Skripsi]. *RepositorylpbAcd*.
- Oktariani, A. (2014). *Daya saing usaha ternak sapi perah dengan pemasaran susu segar berbasis agrowisata* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sarwani, Nardi, S., AM Nurzaman, E., Marjohan, M., & Hamsinah. (2020). Penerapan ilmu manajemen dalam pengembangan agroindustri biogas dari limbah kotoran sapi yang berdampak pada kesejahteraan masyarakat Desa Sindanglaya Kecamatan Tanjungsiang, Kabupaten Subang. *Jurnal Abdi Masyarakat Humanis*, 1(2), 75–86.
- Sembada, P., Ramadhan, I., Raihan, M. R. F., Mugniawan, A., & Hendrawan, M. R. R. (2021). Performa

produksi dan reproduksi sapi perah di UPTD BPPIP-TSP Bunikasih. *Jurnal Sains Terapan*, 10(2), 70–82. <https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.70-82>

Sesami, D. A. (2013). Daya saing dan dampak kebijakan pemerintah terhadap peternakan sapi perah rakyat di Desa Singosari, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

Tuty, D. W. N., Suwanto, S., & Lestari, E. (2020). Pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan desa mandiri energi (Studi kasus di Klaten Jawa Tengah). *Unri Conference Series: Community Engagement*, 2, 201–206. <https://doi.org/10.31258/unricsce.2.201-206>.

[UU] Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan. 2021.

Widyastuti, F. R., Purwanto, & Hadiyanto. (2013). Potensi biogas melalui pemanfaatan limbah padat pada peternakan sapi perah Bangka Botanical Garden Pangkalpinang. *Metana*, 9(2), 19–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/metana.v9i02.7613>.

Yoman, E., Massie, M. T., Osak, R. E. M., & Pandey, J. (2019). Analisis persepsi petani peternak terhadap peran penyuluhan dalam pengembangan agribisnis peternakan babi di Desa Giwan Kecamatan Tiom Kabupaten Lanny Jaya. *Zootec*, 39(2), 302–313. <https://doi.org/10.35792/zot.39.2.2019.25256>