

KEBERLANJUTAN *RICE MILLING UNIT* BERBASIS *GREEN ECONOMI* DAN MODEL BISNIS INKLUSIF DI PROVINSI BALI

Pande Made Ari Ananta Paramarta¹, dan Luh Anggreni Dewi²

^{1,2}Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Dwijendra, Denpasar

e-mail: ariananta230@gmail.com

Abstrak

Keberlanjutan *Rice Milling Unit* (RMU) menjadi langkah mendesak dalam menjaga ketahanan pangan dan daya saing beras lokal di Provinsi Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks keberlanjutan usaha *Rice Milling Unit* serta merumuskan model bisnis inklusif berbasis *Green Economy Management* pada pengelolaan RMU. Jumlah responden sebanyak 252 orang ditentukan berdasarkan pendekatan sepuluh kali jumlah atribut penelitian. Analisis data menggunakan *sustainability assesment* yaitu metode *Multidimensional Scaling* (MDS) *sustainability assesment*. Hasil penelitian menunjukkan indeks keberlanjutan multidimensi sebesar 58,76 yang termasuk kategori cukup berkelanjutan. Dimensi lingkungan memiliki nilai tertinggi, sedangkan dimensi teknologi dan politik menjadi faktor pembatas utama. Uji *Monte Carlo* menunjukkan selisih nilai di bawah 5%, sehingga hasil analisis dinyatakan stabil dan reliabel. Berdasarkan analisis *leverage* menegaskan bahwa peningkatan keberlanjutan RMU memerlukan integrasi pembiayaan hijau, penguatan kemitraan petani, modernisasi teknologi hemat energi, pemanfaatan limbah berbasis ekonomi sirkular, dan kebijakan afirmatif. Model bisnis inklusif yang dirumuskan menempatkan RMU sebagai pusat integrasi antara petani, pemerintah, swasta, lembaga keuangan, dan pasar guna meningkatkan efisiensi, nilai tambah, dan ketahanan pangan daerah secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Assessment*, RMU, *Multidimensional*, Inklusif, *Sustainability*.

Abstract

The sustainability of Rice Milling Units (RMUs) is an urgent step in maintaining food security and the competitiveness of local rice in Bali Province. This study aims to determine the sustainability index of Rice Milling Unit businesses and formulate an inclusive business model based on Green Economy in RMU management. The number of respondents, 252 people, was determined based on an approach ten times the number of research attributes. Data analysis used the Multidimensional Scaling (MDS). The results showed a multidimensional sustainability index of 58.76, which is categorized as fairly sustainable. The environmental dimension has the highest value, while the technological and political dimensions are the main limiting factors. The Monte Carlo test showed a difference in values below 5%, so the analysis results are declared stable and reliable. Based on the leverage analysis, it confirms that increasing the sustainability of RMU requires the integration of green financing, strengthening farmer partnerships, modernizing energy-saving technologies, utilizing waste based on a circular economy, and affirmative policies. The formulated inclusive business model positions RMU as the center of integration between farmers, the government, the private sector, financial institutions, and markets to increase efficiency, added value, and regional food security in a sustainable manner.

Keywords: *Management, Rice, RMU, Multidimensional, Food.*

PENDAHULUAN

Green economy kini semakin populer sebagai kerangka untuk menghadapi tantangan ekonomi, sosial, dan lingkungan (Ban & Hasselbalch, 2025). Konsep ini dikembangkan di berbagai skala wilayah, bentuk dan arah perkembangan dunia global (Donald et al., 2025). Konsep ekonomi hijau adalah suatu model ekonomi yang didasarkan pada pemanfaatan sumber daya alam secara rasional, dengan menjamin keberlanjutan ekologi serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan (Gyimah et al., 2025). Pendekatan ini bertujuan untuk menelaraskan pembangunan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan keseimbangan ekologi, serta mencakup aspek-aspek seperti pengelolaan sumber daya yang efisien, penggunaan sumber energi terbarukan, pengurangan limbah, dan promosi inovasi ramah lingkungan. Model bisnis inklusif menjadi salah satu wujud implementasi dari konsep *green economy* (Karen et al., 2021).

Model bisnis inklusif terbentuk dengan pendekatan usaha yang melibatkan berbagai lapisan masyarakat dalam strategi usaha (Kini, 2022). Model bisnis inklusif mendapatkan perhatian yang besar. Bisnis inklusif pada dasarnya merujuk pada pendekatan sektor swasta yang ditujukan kepada atau melibatkan masyarakat di lapisan dasar piramida ekonomi, dengan menjadikan mereka bagian dari rantai nilai inti perusahaan sebagai pemasok, distributor, pengecer, atau konsumen (Derks et al., 2022). Perkembangan model bisnis inklusif di Amerika sebagai negara maju menyediakan peluang penghidupan bagi masyarakat yang berada di lapisan dasar piramida ekonomi serta memperluas akses terhadap barang dan jasa dasar (Puntillo, 2023). Hal ini dilakukan dengan cara yang berkelanjutan secara komersial dan finansial, yaitu dengan melibatkan masyarakat di lapisan dasar piramida sebagai pemasok, tenaga kerja, distributor, atau pengecer, maupun dengan memfokuskan produk dan layanan pada kebutuhan konsumen di lapisan dasar piramida tersebut (Magni et al., 2024a). Berbagai negara di Asia Tenggara sebagai wilayah yang memiliki perkembangan pesat satu dekade terakhir mengembangkan model bisnis inklusif sebagai strategi utama. Singapura sebagai negara maju di Asia Tenggara mengembangkan *smart mobility* yang mencakup integrasi mobilitas, layanan transportasi umum berkelanjutan, serta kendaraan listrik dan otonom; efisiensi energi meliputi pemanfaatan energi terbarukan, pengelolaan sumber daya alam, serta pengukuran parameter lingkungan (Huseien & Shah, 2022). Indonesia memerlukan langkah yang sama jika ingin memiliki perkembangan yang baik pada berbagai sektor. Kajian mengenai keberlanjutan telah banyak dilakukan di seluruh dunia, tetapi belum banyak yang mengintegrasikan keberlanjutan dengan konsep *green economy* dan model bisnis inklusif (Salam et al., 2024; Varzakas & Smaoui, 2024; Q. Wang, Dang, et al., 2025; Zen et al., 2024; Zhao et al., 2025). Model bisnis inklusif dapat menjadi salah satu solusi dalam mewujudkan keberlanjutan dalam bisnis (Kaliannan et al., 2023).

Indonesia sebagai negara berkembang memiliki kebutuhan beras yang tinggi (Kusumawardhani & Paramarta, 2025). Fenomena ini tentunya harus didukung oleh industri yang baik. *Rice milling unit* (RMU) merupakan industri yang menggiling gabah kering giling (GKG) menjadi beras konsumsi. Beras menjadi bahan baku nasi sebagai makanan pokok masyarakat Indonesia (Mohidem et al., 2022). Pemenuhan kebutuhan beras di Indonesia sangat bergantung pada keberlanjutan perusahaan pengelola RMU. Kebutuhan beras di Indonesia pada tahun 2025 sebulan mencapai 6,45 kg/kapita atau sekitar 77,43 kg/tahun/kapita (BPS, 2025b). Dengan jumlah penduduk sebanyak 230 juta jiwa maka kebutuhan beras di Indonesia pada tahun 2025 sekitar 31,2 juta ton (BPS,

2025b). Fenomena ini memerlukan sentra pengolahan gabah kering panen yang berkelanjutan sehingga mampu memenuhi kebutuhan masyarakat.

Pemerintah Indonesia melalui BUMN yaitu BULOG telah melakukan intervensi dalam produksi beras nasional salah satunya berupa pendirian *Modern Rice Milling Plant* (MRMP) yang terletak di beberapa daerah yaitu Sragen Subang, Kendal, Karawang, Lampung, Bojonegoro, Magetan, dan Banyuwangi (Rachman et al., 2022). Kapasitas *Modern Rice Milling Plant* (MRMP) Bulog adalah pengering (*dryer*) 120 ton/hari, penggiling (RMU) 6 ton/jam, dan silo penyimpanan 6.000 ton (Mohidem et al., 2022). Kendala bahan baku menjadi kendala utama dari operasional MRMP milik pemerintah (Suamba et al., 2025). Kapasitas yang besar memerlukan jumlah bahan baku yang banyak, biaya operasional dan perawatan yang tinggi sehingga belum optimal untuk beroperasi secara efisien (Sutardi et al., 2023). Fenomena ini terjadi karena petani ditingkatkan masyarakat biasanya menjual gabahnya ke RMU yang telah memiliki ikatan secara turun temurun. Operasional RMU harus memaksimalkan efisiensi energi, mengurangi limbah, menggunakan sumber daya lokal berkelanjutan, dan mendukung ekonomi masyarakat secara inklusif (Karen et al., 2021). Pendekatan ini memungkinkan produksi beras stabil, mengurangi dampak lingkungan negatif, serta menjamin keberlanjutan ekonomi lokal melalui manajemen rantai pasok yang adil dan transparan.

Provinsi Bali sebagai salah satu daerah dengan karakteristik yang unik memiliki kebutuhan beras pada tahun 2025 sekitar 527.745 Ton untuk konsumsi masyarakat dan wisatawan (BPS, 2025a). Kebutuhan ini akan bertambah karena beras juga di pergunakan dalam kegiatan upacara yang secara rutin dilaksanakan di Bali. Provinsi Bali hanya mampu memproduksi beras 358.379 Ton (Praharjo et al., 2023). Kekurangan produksi menyebabkan kebutuhan beras di Bali di suplai dari daerah lain seperti Banyuwangi, Subang, Karawang bahkan hingga Lombok (Zai & Suardi, 2025). Fenomena ini menyebabkan beras sebagai salah satu penyumbang inflasi di Provinsi Bali.

Kekurangan produksi ini dipengaruhi oleh beberapa dimensi seperti dimensi ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan dan politik (Adam et al., 2025). Pada dimensi ekonomi dan lingkungan, jumlah lahan sawah di Provinsi Bali mengalami penurunan setiap tahun. Angka alih fungsi luas lahan sawah di Bali untuk periode 2019-2024 adalah sebesar 6.521,81 hektar, atau sekitar 9,19% dari total lahan sawah melalui kurun enam tahun tersebut. Rata-rata penyusutan per tahun sekitar 1,53% (Ambarini et al., 2026). Pada dimensi sosial budaya dapat dilihat pada berlainnya pekerjaan masyarakat dari sektor petani ke sektor jasa seperti pariwisata. Pada dimensi teknologi dan politik terlihat pada kurang efektifnya peran pemerintah dalam membuat kebijakan serta stimulus dalam adopsi inovasi teknologi pertanian. Berdasarkan permasalahan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui indeks keberlanjutan usaha *rice milling unit* di Provinsi Bali; 2) merumuskan model bisnis inklusif pada pengelolaan *rice milling unit* di Provinsi Bali berdasarkan *Green Economy Management*.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di *Rice Milling Unit* kapasitas 1.500 Kg/Jam hingga 5.000 Kg/Jam yang terletak pada 9 kota/kabupaten di Provinsi Bali. Penentuan sampel yang digunakan adalah *proportional random sampling* (Supriyadi et al., 2024). Ukuran sampel dinyatakan layak jika berada di rentang 30 sampai 500. Berdasarkan teori tersebut, penelitian ini diperlukan ukuran sampel minimal 10 kali dari jumlah atribut yang akan diteliti. Dalam penelitian ini terdapat 5 (lima) dimensi ekonomi, sosial-budaya, teknologi,

lingkungan dan politik. Jumlah atribut dari penelitian ini adalah 25 atribut(Nofiyanti et al., 2025). Sehingga berdasarkan kriteria terbut maka minimal sampel adalah 250 responden. Jika dilakukan proporsional maka diperoleh 28 masing masing kabupaten sehingga jumlah total sampel sebanyak 252 responden memiliki RMU kapasitas 1.500 Kg/Jam hingga 5.000 Kg/Jam yang terletak pada 9 kota/kabupaten di Provinsi Bali.

Tabel 1
 Variabel Penelitian *Green Economy Management*:
 Implementasi model bisnis inklusif pada pengelolaan RMU muwujudkan swasembada pangan di Bali

No	Dimensi	Atribut	Parameter	Skala
1	Ekonomi	Ketersediaan modal usaha	1 = tidak memiliki modal sendiri; 2 = modal terbatas; 3 = modal cukup; 4 = modal kuat	Ordinal
		Tingkat keuntungan usaha	1 = merugi; 2 = impas; 3 = laba rendah; 4 = laba tinggi	Ordinal
		Stabilitas harga gabah/beras	1 = sangat fluktuatif; 2 = fluktuatif musiman; 3 = relatif stabil	Ordinal
		Akses ke pasar	1 = pasar lokal terbatas; 2 = pasar regional; 3 = pasar nasional	Ordinal
		Kontinuitas bahan baku	1 = sering kekurangan; 2 = musiman; 3 = tersedia sepanjang tahun	Ordinal
2	Sosial-Budaya	Penyerapan tenaga kerja lokal	1 = < 5 orang; 2 = 5–10 orang; 3 = > 10 orang	Ordinal
		Penerimaan masyarakat sekitar	1 = penolakan; 2 = netral; 3 = menerima; 4 = sangat menerima	Ordinal
		Keterlibatan lembaga adat/desa	1 = tidak terlibat; 2 = terlibat tidak langsung; 3 = terlibat aktif	Ordinal
		Hubungan dengan petani	1 = tidak ada kemitraan; 2 = kemitraan tidak tetap; 3 = kemitraan tetap	Ordinal
		Transfer pengetahuan	1 = tidak ada; 2 = terbatas; 3 = rutin	Ordinal
3	Teknologi	Tingkat modernisasi mesin RMU	1 = tradisional; 2 = semi mekanis; 3 = semi modern; 4 = modern	Ordinal
		Efisiensi proses penggilingan	1 = rendemen rendah; 2 = rendemen sedang; 3 = rendemen tinggi	Ordinal
		Kemudahan perawatan mesin	1 = sangat sulit;	Ordinal

No	Dimensi	Atribut	Parameter	Skala
			2 = sulit; 3 = mudah	
		Ketersediaan suku cadang	1 = sulit; 2 = cukup tersedia; 3 = mudah diperoleh	Ordinal
		Tingkat otomasi	1 = manual; 2 = semi otomatis; 3 = otomatis	Ordinal
4	Lingkungan	Pengelolaan sekam/dedak limbah	1 = tidak dimanfaatkan; 2 = dimanfaatkan sebagian; 3 = dimanfaatkan optimal	Ordinal
		Tingkat kebisingan	1 = melebihi ambang batas; 2 = mendekati ambang batas; 3 = di bawah ambang batas	Ordinal
		Efisiensi penggunaan energi	1 = boros; 2 = cukup efisien; 3 = efisien	Ordinal
		Pengelolaan debu	1 = tidak ada; 2 = pengendalian sederhana; 3 = pengendalian baik	Ordinal
		Kepedulian lingkungan	1 = rendah; 2 = sedang; 3 = tinggi	Ordinal
5	Politik	Dukungan pemerintah kebijakan	1 = tidak ada; 2 = tidak langsung; 3 = langsung	Ordinal
		Akses terhadap bantuan program	1 = tidak pernah; 2 = pernah; 3 = rutin	Ordinal
		Kepastian regulasi usaha	1 = tidak jelas; 2 = cukup jelas; 3 = sangat jelas	Ordinal
		Kemudahan perizinan	1 = sulit; 2 = cukup mudah; 3 = mudah	Ordinal
		Koordinasi antar lembaga	1 = lemah; 2 = cukup; 3 = kuat	Ordinal

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis *multidimensional scaling*. Metode *Multidimensional Scaling* (MDS) dengan pendekatan RapRMU (*Rapid Appraisal of RMU*) digunakan untuk menganalisis tingkat keberlanjutan sistem yang dikaji (Delicado & Pachón-García, 2024). Rapfarm merupakan pengembangan dari metode *Rapfish* (*Rapid Appraisal of Fisheries*) yang telah dimodifikasi agar sesuai untuk sektor pertanian dan agroindustri. Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu penentuan atribut berdasarkan dimensi keberlanjutan yang meliputi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya, serta pemberian skor pada setiap atribut menggunakan skala ordinal (Aileni & Stroe, 2024). Skor diberikan pada rentang 1–3 atau 1–4, sesuai dengan karakteristik atribut, yang menggambarkan kondisi dari tingkat terendah (buruk) hingga tertinggi (sangat baik). Selanjutnya, nilai skor dianalisis secara multidimensi untuk

menyusun indeks dan status keberlanjutan, dengan membandingkan posisi sistem terhadap titik acuan baik dan buruk (Chen et al., 2025). Nilai indeks keberlanjutan berkisar antara 0–100, yang diklasifikasikan ke dalam kategori tidak berkelanjutan hingga sangat berkelanjutan (Robbins et al., 2025).

Analisis *Monte Carlo* digunakan untuk menguji tingkat kepercayaan 95% guna mengevaluasi pengaruh kesalahan acak dalam proses penilaian (Monazah et al., 2024). Perbedaan yang kecil antara nilai indeks MDS dan *Monte Carlo* menunjukkan bahwa hasil analisis relatif stabil dan reliabel (Y. Zhang et al., 2024). Selain itu, dilakukan analisis leverage untuk mengidentifikasi atribut-atribut yang paling sensitif dalam memengaruhi keberlanjutan. Analisis ini didasarkan pada perubahan nilai *root mean square* (RMS) ordinasi, di mana atribut dengan perubahan RMS terbesar dianggap memiliki peran paling signifikan (Aileni & Stroe, 2024). Hasil analisis *leverage* menjadi dasar dalam menentukan prioritas intervensi guna meningkatkan status keberlanjutan sistem yang diteliti. Berdasarkan analisis ini maka akan dirumuskan model bisnis inklusif pada pengelolaan *rice milling unit* di Provinsi Bali berdasarkan *Green Economy Management* (Q. Wang, Sun, et al., 2025). Uji validitas menggunakan uji Goodness of fit dengan melihat nilai *S-Stress*. Nilai yang berada di bawah 0,25 menandakan tingkat *goodness of fit* yang baik (Basurto et al., 2025). Nilai R-Square di atas 0,80 menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan keragaman data secara kuat (Hammad et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

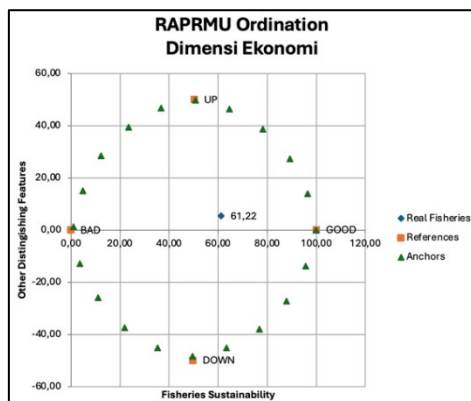
Analisis Keberlanjutan Usaha Rice Milling Unit (RMU)

Rice Milling Unit (RMU) merupakan unit usaha agroindustri yang berfungsi mengolah gabah kering panen atau gabah kering giling menjadi beras siap konsumsi melalui serangkaian proses mekanis dan teknologi. Proses penggilingan pada RMU umumnya meliputi tahap pembersihan awal, pengupasan kulit gabah (*husking*), pemisahan sekam, penyosohan (*polishing*), pengayakan, hingga pengemasan beras (Mohidem et al., 2022). Setiap tahapan proses tersebut bertujuan untuk meningkatkan mutu fisik dan nilai tambah produk beras yang dihasilkan (Alfred et al., 2021). Perkembangan *Rice Milling Unit* (RMU) di Provinsi Bali menunjukkan dinamika penting dalam upaya memperkuat ketahanan pangan, nilai tambah hasil pertanian, dan pemberdayaan petani lokal (Suamba et al., 2025). Sejak beberapa tahun terakhir, pemerintah daerah bersama pelaku usaha terus mendorong pembangunan dan pengoperasian fasilitas RMU sebagai bagian dari strategi agribisnis dan industrialisasi pertanian di Bali (Tseng et al., 2022). Nilai indeks keberlanjutan dapat dilihat pada Tabel 2.

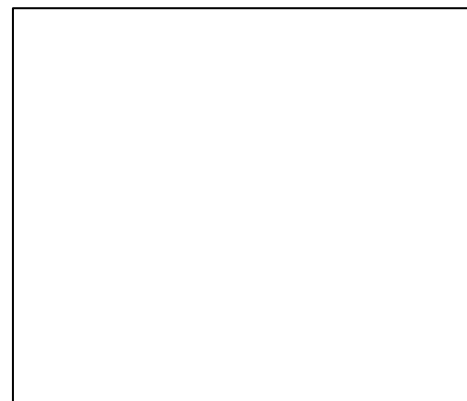
Tabel 2
Indeks Keberlanjutan *Rice Milling Unit* (RMU) di Provinsi Bali

No	Dimensi	Nilai Indeks	Kategori Keberlanjutan
1	Ekonomi	61,22	Cukup berkelanjutan
2	Sosial–Budaya	58,22	Cukup berkelanjutan
3	Teknologi	52,14	Cukup berkelanjutan
4	Lingkungan	68,34	Cukup berkelanjutan
5	Politik	53,88	Cukup berkelanjutan
Multidimensional		58,76	Cukup berkelanjutan

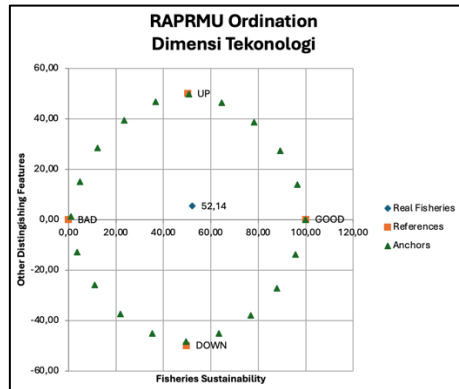
Berdasarkan hasil analisis *Multidimensional Scaling* maka diperoleh indeks keberlanjutan sebesar 58,76. Hasil ini menunjukkan bahwa keberlanjutan RMU di Provinsi Bali berada pada titik moderat atau cukup berkelanjutan. Faktor teknologi menjadi dimensi yang perlu diperhatikan dalam meningkatkan keberlanjutan RMU di Provinsi Bali (Ambarini et al., 2026). RMU di Bali hanya sedikit yang menggunakan teknologi yang efisien. *Rice Milling Unit* pada era *modern* mengedepankan efisiensi mesin serta teknologi pendukung lainnya. Terhambatnya perkembangan teknologi pada RMU di Bali adalah karena keterbatasan modal investasi, keterbatasan bahan baku dan mulai menurunnya regenerasi pengelola (Sedana et al., 2025). Menurunnya regenerasi pengelolaan RMU meskipun secara ekonomi sangat menguntungkan adalah risiko yang sangat tinggi karena membutuhkan jumlah *cash flow* yang tinggi (Sitaresmi et al., 2023). Tingginya modal akibat persaingan bebas antar pulau dan biaya tenaga kerja di Provinsi Bali sangat tinggi. Selain itu kurangnya kebijakan politik di Indonesia yang memihak produsen menyebabkan *cash flow* tidak serta merta mempengaruhi keuntungan pada usaha RMU (Darmawan et al., 2024). Fenomena di Provinsi Bali lebih baik dari pada kondisi di Jawa Barat. Indeks keberlanjutan RMU di Jawa Barat sebesar 50,08 (Rachman et al., 2022). Meskipun Jawa Barat merupakan produsen beras terbesar di Indonesia tetapi kebutuhan beras di Jawa Barat karena mendukung wilayah perkotaan padat penduduk sebagai pusat bisnis dan negara yaitu Jabodetabek (Bhattacharjee et al., 2024). Kondisi ini menyebabkan Jawa Barat memegang peran krusial dalam peta distribusi beras di Indonesia. Selain itu pemerataan penggunaan teknologi menjadikan industri ini belum efisien secara merata. *Rice Milling unit* di negara tetangga seperti Vietnam memiliki produktivitas mencapai 69,1% dan Thailand 66,6% (Phuong Vu & Choudhury, 2025; K. C. Wang, 2025). Fenomena ini menyebabkan dalam 10 tahun terakhir Indonesia melakukan impor beras yang berasal dari Vietnam dan Thailand (Sutardi et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan efisiensi menjadi kunci dalam keberlanjutan usaha *Rice Milling Unit*.



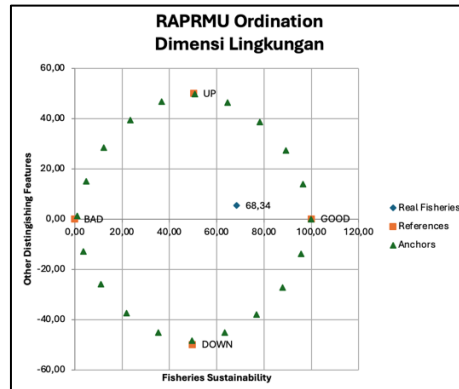
Gambar 1
Indeks Keberlanjutan
Dimensi Ekonomi



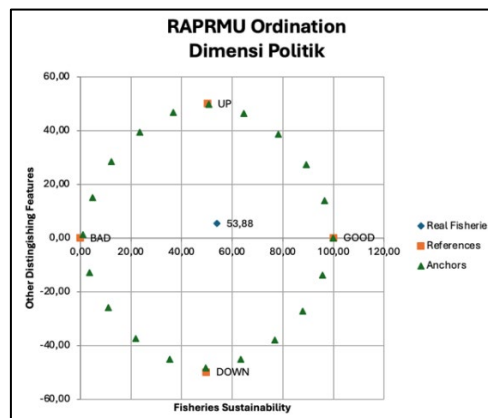
Gambar 2
Indeks Keberlanjutan
Dimensi Sosial-Budaya



Gambar 3
 Indeks Keberlanjutan
 Dimensi Teknologi



Gambar 4
 Indeks Keberlanjutan
 Dimensi Lingkungan



Gambar 5
 Indeks Keberlanjutan
 Dimensi Lingkungan

Berdasarkan analisis RAPRMU menunjukkan implikasi keberlanjutan *Rice Milling Unit* (RMU) dipengaruhi secara simultan dan partial oleh aspek ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan, dan politik (Bangun et al., 2024). Ketersediaan modal usaha, tingkat keuntungan, stabilitas harga, akses pasar, serta kontinuitas bahan baku menentukan ketahanan ekonomi dan kemampuan investasi RMU (Olaoni et al., 2025). Penyerapan tenaga kerja lokal, penerimaan masyarakat, keterlibatan lembaga adat, kemitraan dengan petani, serta transfer pengetahuan mencerminkan legitimasi sosial dan keberlanjutan kelembagaan (Sahoo et al., 2024). Tingkat modernisasi mesin, efisiensi penggilingan, kemudahan perawatan, ketersediaan suku cadang, dan otomasi berimplikasi langsung terhadap produktivitas dan daya saing. Pengelolaan limbah, efisiensi energi, pengendalian kebisingan dan debu, serta kepedulian lingkungan menentukan keberlanjutan operasional (Serey et al., 2024). Dukungan kebijakan, akses program bantuan, kepastian regulasi, kemudahan perizinan, dan koordinasi antar lembaga memengaruhi stabilitas usaha dan efektivitas pengembangan RMU.

Monte Carlo

Analisis *Monte Carlo* digunakan untuk menguji tingkat kestabilan dan keandalan hasil ordinasi *Multidimensional Scaling* (MDS) dalam penilaian keberlanjutan RAPRMU(Delicado & Pachón-García, 2024). Kriteria utama yang digunakan meliputi selisih nilai indeks antara hasil ordinasi MDS dan simulasi *Monte Carlo*, di mana selisih kurang dari 5% menunjukkan hasil yang sangat stabil(Hammad et al., 2025). Hasil analisis Monte Carlo dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
 Analisis *Monte Carlo Green Economy Management*:
 Implementasi model bisnis inklusif pada pengelolaan RMU muwujudkan swasembada pangan di Bali

No	Dimensi	MDS (%)	<i>Monte Carlo</i> (%)	<i>Difference</i> (%)
1	Ekonomi	61,22	60,95	0,27
2	Sosial–Budaya	58,22	57,98	0,24
3	Teknologi	52,14	51,86	0,28
4	Lingkungan	68,34	68,01	0,33
5	Politik	53,88	53,60	0,28

Hasil analisis Monte Carlo menunjukkan bahwa analisis *Multidimensional Scaling* (MDS) yang digunakan dalam penilaian keberlanjutan RAP-RMU memiliki tingkat kestabilan dan keandalan yang sangat baik. Selisih nilai indeks antara hasil MDS dan simulasi *Monte Carlo* pada seluruh dimensi yang relatif kecil, yaitu berkisar antara 0,24% hingga 0,33%. Seluruh nilai selisih tersebut berada jauh di bawah batas toleransi 5%, sehingga mengindikasikan bahwa pengaruh kesalahan acak dan subjektivitas penilai terhadap hasil analisis sangat rendah. Hasil analisis MDS dapat dinyatakan stabil, konsisten, dan layak digunakan sebagai dasar analisis keberlanjutan.

Goodness of Fit

Nilai *S-Stress* yang berada di bawah 0,25 menandakan tingkat *goodness of fit* yang baik(Basurto et al., 2025). Nilai R-Square di atas 0,80 menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan keragaman data secara kuat(Hammad et al., 2025). Hasil Nilai *S-Stress* dapat dilihat pada Tabel 4.

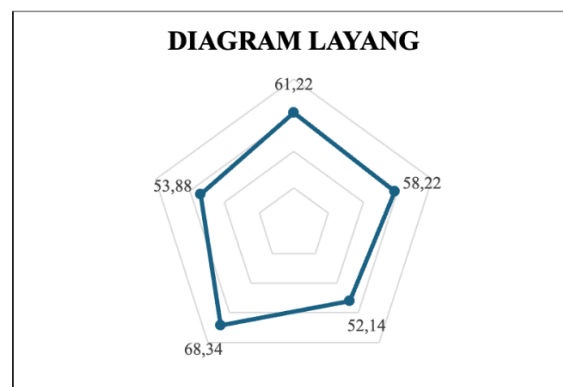
Tabel 4
 Nilai *S-Stress Green Economy Management*:
 Implementasi model bisnis inklusif pada pengelolaan RMU muwujudkan swasembada pangan di Bali

No	Dimensi	MDS (%)	<i>S-Stress</i>	<i>R-Square</i>
1	Ekonomi	61,22	0,1488	0,9765
2	Sosial–Budaya	58,22	0,1454	0,9477
3	Teknologi	52,14	0,1476	0,9410
4	Lingkungan	68,34	0,1463	0,9654
5	Politik	53,88	0,1461	0,9429

Berdasarkan hasil analisis Goodness of Fit menggunakan metode Multidimensional Scaling (MDS), diperoleh nilai S-Stress dan R-Square pada masing-masing dimensi, yaitu ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan, dan politik. Secara umum, model MDS yang digunakan menunjukkan tingkat kesesuaian (*goodness of fit*) yang sangat baik. Nilai S-Stress < 0,25 dan R-Square > 0,80 pada seluruh dimensi menunjukkan bahwa model MDS yang digunakan memiliki tingkat ketepatan dan keandalan yang sangat baik. Hasil analisis MDS dapat dijadikan dasar yang kuat untuk analisis lanjutan, interpretasi posisi masing-masing dimensi, serta penentuan strategi atau kebijakan yang relevan berdasarkan hasil analisis tersebut (Robbins et al., 2025).

Diagram Layang

Diagram layang (*kite diagram*) merupakan alat visualisasi yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kontribusi dan keseimbangan antar dimensi dalam suatu sistem yang dianalisis menggunakan metode *Multidimensional Scaling* (MDS) (Li et al., 2025). Diagram ini berbentuk poligon menyerupai layang-layang, di mana setiap sumbu merepresentasikan satu dimensi penilaian, seperti ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan, dan politik (Y. Zhang et al., 2024). Diagram layang penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 6

Diagram Layang Penelitian *Green Economy Management*: implementasi model bisnis inklusif pada pengelolaan RMU muwujudkan swasembada pangan di Bali

Diagram layang menggambarkan sebaran indeks keberlanjutan *Rice Milling Unit* (RMU) di Provinsi Bali berdasarkan lima dimensi utama, yaitu ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan, dan politik. Dimensi lingkungan memiliki nilai tertinggi sebesar 68,34, yang menunjukkan kinerja keberlanjutan relatif baik. Dimensi ekonomi dan sosial-budaya berada pada kategori cukup berkelanjutan dengan nilai masing-masing 61,22 dan 58,22. Dimensi teknologi dan politik menunjukkan nilai terendah, yaitu 52,14 dan 53,88, sehingga menjadi faktor pembatas utama. Diagram layang yang baik ditunjukkan oleh bentuk poligon yang simetris dan melebar pada seluruh dimensi (Delicado & Pachón-García, 2024). Ketidakseimbangan bentuk diagram mengindikasikan perlunya intervensi kebijakan dan peningkatan teknologi untuk mencapai keberlanjutan RMU yang optimal.

Analisis Leverage

Analisis *leverage* merupakan pendekatan diagnostik dalam metode *Multidimensional Scaling* (MDS) yang digunakan untuk mengidentifikasi atribut atau variabel yang paling

sensitif terhadap perubahan nilai indeks suatu sistem (Basurto et al., 2025). Konsep dasar analisis *leverage* bertumpu pada pengukuran kontribusi relatif setiap atribut terhadap perubahan posisi ordinasi dalam ruang multidimensi (Dewi & Paramarta, 2025). Atribut dengan tingkat sensitivitas tinggi menunjukkan bahwa perubahan kecil pada atribut tersebut dapat menghasilkan perubahan yang signifikan pada nilai indeks dan konfigurasi ordinasi (Kusumawardhani & Paramarta, 2025). Hasil analisis *leverage* antara lain sebagai berikut.

1. Atribut ketersediaan modal usaha menunjukkan nilai *leverage* tertinggi pada dimensi ekonomi dengan RMS sebesar 5,12. Nilai ini menegaskan bahwa kapasitas modal menjadi faktor penentu utama keberlanjutan RMU. Keterbatasan modal membatasi investasi mesin, menurunkan efisiensi produksi, serta meningkatkan kerentanan terhadap fluktuasi harga dan pasokan bahan baku. Penguatan akses permodalan memiliki implikasi langsung terhadap stabilitas ekonomi dan daya saing usaha RMU.
2. Hubungan dengan petani memiliki nilai *leverage* tertinggi pada dimensi sosial-budaya dengan RMS sebesar 4,97. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemitraan yang kuat dan berkelanjutan dengan petani berperan krusial dalam menjamin kontinuitas bahan baku dan stabilitas sosial usaha. Hubungan kemitraan yang lemah meningkatkan risiko pasokan gabah dan menurunkan kepercayaan dalam rantai nilai perberasan.
3. Tingkat modernisasi mesin RMU merupakan atribut dengan nilai *leverage* tertinggi secara keseluruhan dengan RMS sebesar 6,28. Nilai ini mengindikasikan bahwa perubahan kecil pada tingkat modernisasi mesin akan menghasilkan perubahan signifikan terhadap indeks keberlanjutan. Modernisasi teknologi berpengaruh langsung terhadap rendemen, efisiensi energi, kualitas beras, serta produktivitas operasional RMU.
4. Pengelolaan limbah sekam dan dedak menunjukkan nilai *leverage* tertinggi pada dimensi lingkungan dengan RMS sebesar 5,02. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan limbah memiliki peran strategis dalam meningkatkan keberlanjutan lingkungan RMU. Pemanfaatan limbah secara optimal mampu menekan dampak lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah usaha.
5. Dukungan kebijakan pemerintah memiliki nilai *leverage* tertinggi pada dimensi politik dengan RMS sebesar 5,33. Nilai ini mencerminkan bahwa keberlanjutan RMU sangat dipengaruhi oleh keberpihakan kebijakan. Kebijakan yang konsisten dan afirmatif berperan dalam memperkuat kepastian usaha, mendorong investasi teknologi, serta meningkatkan daya tahan RMU terhadap tekanan pasar.

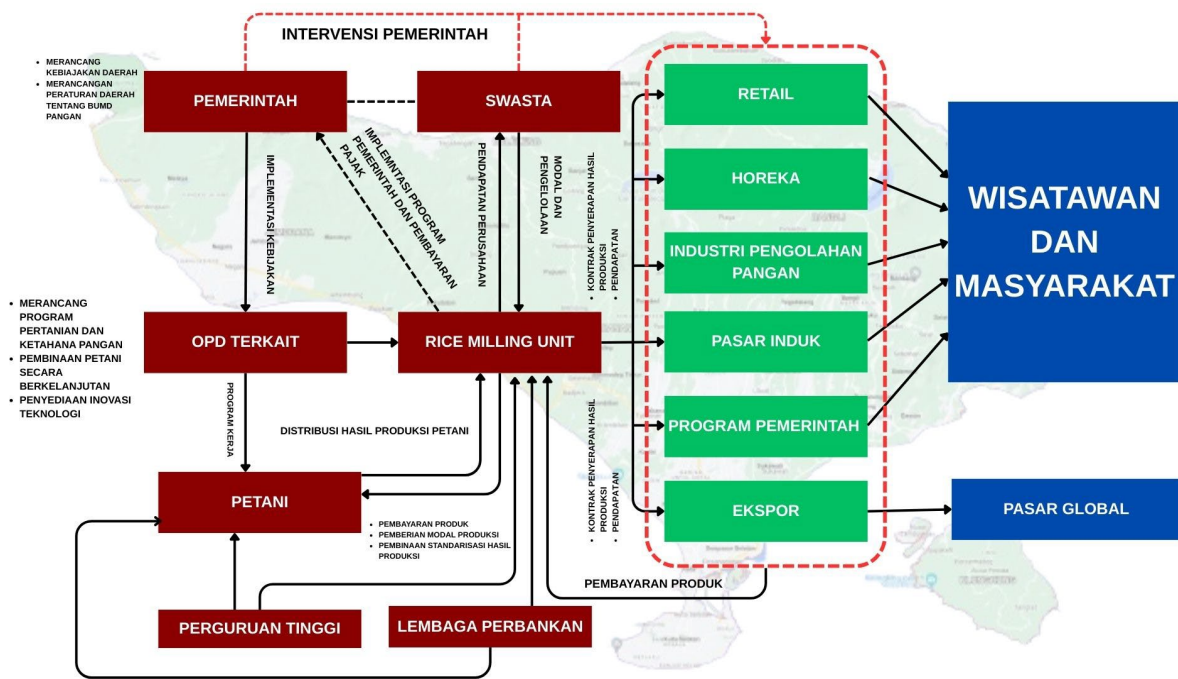
Berdasarkan analisis *leverage* maka *Rice Milling Unit* (RMU) di Provinsi Bali memerlukan pendekatan *Green Economy Management* melalui implementasi model bisnis inklusif. Integrasi dimensi ekonomi, sosial-budaya, teknologi, lingkungan, dan politik menjadi prasyarat dalam mewujudkan sistem penggilingan padi yang efisien, berdaya saing, dan berkelanjutan (Karen et al., 2021). Modernisasi teknologi berbasis efisiensi energi dan peningkatan rendemen mendukung optimalisasi sumber daya sekaligus menurunkan dampak lingkungan (Bangun et al., 2024). Model bisnis inklusif memperkuat kemitraan antara RMU, petani, lembaga adat, dan pemerintah daerah, sehingga menciptakan distribusi nilai yang lebih adil dalam rantai pasok perberasan.

Pengelolaan limbah sekam dan dedak sebagai sumber energi atau bahan baku turunan mencerminkan penerapan prinsip ekonomi sirkular (Roy et al., 2024). Dukungan kebijakan yang konsisten dan afirmatif mendorong investasi hijau serta memperkuat

kepastian usaha. Pendekatan ini berimplikasi langsung terhadap peningkatan efisiensi produksi, stabilitas pasokan beras lokal, dan pengurangan ketergantungan impor (F. Zhang et al., 2025). Implementasi Green Economy Management pada RMU berpotensi menjadi instrumen strategis dalam mewujudkan swasembada pangan yang berkelanjutan di Provinsi Bali.

Model bisnis inklusif pada pengelolaan rice milling unit di Provinsi Bali berdasarkan Green Economy Management

Integrasi bisnis inklusif dan *Green Economy Management* menciptakan kerangka pengelolaan usaha yang tidak hanya berorientasi pada keuntungan, tetapi juga pada keberlanjutan sosial dan lingkungan. Model ini memungkinkan terciptanya sistem produksi yang efisien, berkeadilan, dan berdaya saing tinggi (Kaliannan et al., 2023). Pengelolaan *Rice Milling Unit* memerlukan integrasi kedua konsep tersebut berperan strategis dalam memperkuat kemitraan dengan petani, meningkatkan efisiensi teknologi, mengoptimalkan pemanfaatan limbah, serta mendukung ketahanan dan swasembada pangan secara berkelanjutan (Ban & Hasselbalch, 2025; Symeon et al., 2025). Berdasarkan analisis MDS maka diperoleh model bisnis inklusif pada pengelolaan *rice milling unit* di Provinsi Bali berdasarkan *green economy management* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 7

Model bisnis inklusif pada pengelolaan *rice milling unit* di Provinsi Bali berdasarkan *Green Economy Management*.

Model bisnis inklusif pada pengelolaan *Rice Milling Unit* di Provinsi Bali menempatkan RMU sebagai pusat integrasi ekonomi hijau yang menghubungkan petani, pemerintah, lembaga keuangan, swasta, dan pasar. Ketersediaan modal usaha dengan nilai *leverage* ekonomi tinggi menunjukkan bahwa akses pembiayaan menentukan kemampuan investasi teknologi, stabilitas pembelian gabah, serta ketahanan usaha terhadap fluktuasi

harga(Luekveerawattana, 2025). Skema pembiayaan yang melibatkan perbankan dan dukungan kebijakan daerah mencerminkan pendekatan *green economy* karena mendorong efisiensi produksi sekaligus menjaga keberlanjutan pendapatan petani(Ban & Hasselbalch, 2025). Praktik serupa terlihat pada model penggilingan padi skala menengah di Thailand yang memperkuat daya saing melalui kredit berbunga rendah dan insentif modernisasi mesin berbasis efisiensi energi(Luekveerawattana, 2025).

Berbagai studi telah meneliti tentang bisnis inklusif. Penelitian sebelumnya menyoroti adanya ketegangan yang berkaitan dengan tujuan ganda bisnis inklusif, yang menunjukkan adanya keterkaitan dengan dinamika kolaborasi(Kamgnia & Houré, 2023). Model bisnis inklusif bertujuan mengintegrasikan masyarakat berpendapatan rendah ke dalam rantai nilai perusahaan sebagai konsumen, produsen, pemasok, atau distributor, sekaligus menciptakan nilai ekonomi dan sosial secara bersamaan(Kaliannan et al., 2023). Tujuan utamanya adalah mencapai keberlanjutan finansial melalui aktivitas bisnis yang tetap menguntungkan, namun tidak mengabaikan dampak pembangunan. Model ini berupaya meningkatkan akses terhadap pasar, lapangan kerja, teknologi, serta pembiayaan bagi kelompok rentan, sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan dan kapasitas ekonomi(Derks et al., 2022). Bisnis inklusif telah berkembang di berbagai negara di dunia sebagai strategi untuk mengintegrasikan masyarakat berpendapatan rendah ke dalam sistem ekonomi formal(Sedana & Astawa, 2019). India dan Bangladesh menjadi contoh negara yang banyak mengembangkan kemitraan dengan petani kecil dan pelaku usaha mikro untuk memperkuat rantai pasok serta meningkatkan pendapatan mereka(Khamas & Mnati, 2025). Kenya dan Nigeria menerapkan model distribusi berbasis komunitas guna memperluas akses terhadap energi dan layanan kesehatan(Mukanoheri et al., 2023). Brasil serta Meksiko menunjukkan perkembangan bisnis inklusif pada sektor pertanian dan keuangan mikro untuk mendorong inklusi ekonomi serta pengurangan kemiskinan(Kamgnia & Houré, 2023).

Hubungan kemitraan antara RMU dan petani menjadi fondasi dimensi sosial dalam model ini karena menjamin kontinuitas pasokan bahan baku sekaligus memperkuat kepercayaan dalam rantai nilai. Pola kontrak, pembinaan standar kualitas, serta kepastian pembelian hasil panen mencerminkan distribusi manfaat yang lebih adil(Kamgnia & Houré, 2023). Kelembagaan seperti ini menurunkan risiko sosial ekonomi pedesaan dan memperkuat ketahanan komunitas pertanian. Pola kemitraan serupa berkembang pada koperasi penggilingan padi di Jawa Tengah yang mengintegrasikan petani dalam kepemilikan unit usaha(Izzudin et al., 2022). Vietnam sebagai salah satu sentra produksi beras di Asia Tenggara menerapkan *contract farming* berbasis kualitas untuk menjaga stabilitas ekspor beras premium(Chiang & Ton, 2025).

Modernisasi mesin RMU serta pengelolaan limbah sekam dan dedak memperlihatkan integrasi kuat antara dimensi teknologi dan lingkungan(Sutardi et al., 2023). Tingkat modernisasi memiliki pengaruh besar terhadap rendemen, efisiensi energi, serta mutu beras yang dihasilkan. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar biomassa atau bahan baku pakan ternak meningkatkan nilai tambah sekaligus menekan pencemaran.(Sahoo et al., 2024) Daerah lainnya seperti Sulawesi Selatan memanfaatkan dedak sebagai bahan pakan telah meningkatkan pendapatan tambahan bagi unit penggilingan(Limpo et al., 2022). Sekam juga dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam proses pengeringan menggunakan mesin dryer. Praktik ini sejalan dengan pendekatan *circular economy* pada industri penggilingan padi di Jepang yang memanfaatkan sekam sebagai sumber energi terbarukan.(Fuhrmann-Aoyagi et al., 2024) Dukungan kebijakan pemerintah daerah

memperkuat keberlanjutan sistem melalui insentif teknologi ramah lingkungan dan kepastian usaha bagi pelaku RMU.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah indeks keberlanjutan usaha Rice Milling Unit (RMU) di Provinsi Bali berada pada nilai 58,76 yang termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Seluruh dimensi keberlanjutan menunjukkan kontribusi yang relatif seimbang, dengan dimensi lingkungan memperoleh nilai tertinggi, sementara dimensi teknologi dan politik menjadi faktor pembatas utama. Hasil ini menunjukkan bahwa keberlanjutan RMU di Bali telah memiliki fondasi yang cukup baik, namun masih memerlukan penguatan pada aspek modernisasi teknologi, dukungan kebijakan, dan efisiensi operasional. Uji *Monte Carlo* serta nilai *S-Stress* dan *R-Square* mengonfirmasi bahwa hasil analisis memiliki tingkat keandalan dan ketepatan model yang sangat baik. Model bisnis inklusif berbasis *Green Economy Management* yang dirumuskan menempatkan RMU sebagai pusat integrasi rantai nilai perberasan yang menghubungkan petani, pemerintah, lembaga keuangan, swasta, dan pasar. Model ini menekankan pentingnya akses permodalan hijau, kemitraan berkelanjutan dengan petani, modernisasi mesin hemat energi, pemanfaatan limbah sekam dan dedak berbasis ekonomi sirkular, serta dukungan kebijakan yang konsisten. Implementasi model tersebut berpotensi meningkatkan efisiensi produksi, memperluas distribusi manfaat ekonomi, memperkuat ketahanan sosial pedesaan, serta menurunkan dampak lingkungan. Integrasi seluruh dimensi keberlanjutan melalui model bisnis inklusif menjadikan RMU sebagai instrumen strategis dalam mendukung swasembada pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan di Provinsi Bali. Implikasi dari penelitian ini adalah Pemerintah Provinsi Bali perlu memperkuat modernisasi *Rice Milling Unit* (RMU) melalui insentif mesin hemat energi, akses pembiayaan hijau, serta peningkatan kapasitas teknologi. Regulasi yang konsisten dan dukungan kelembagaan berbasis kemitraan antara RMU, petani, koperasi, serta lembaga keuangan penting untuk menjaga stabilitas pasokan dan harga gabah. Pengelolaan limbah sekam dan dedak berbasis ekonomi sirkular perlu didorong untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan di Provinsi Bali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Dwijendra atas dukungan dan bantuan pendanaan yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan tersebut berperan penting dalam menunjang seluruh tahapan penelitian, mulai dari pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan hasil penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis bagi pengembangan sektor pertanian dan agroindustri berkelanjutan, khususnya dalam pengelolaan *Rice Milling Unit* di Provinsi Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, R. P., Sipatu, L., & Faris, E. S. (2025). Food Security Strategy: Distribution, Marketing, and Pricing of Rice Food. *Journal of Economic, Management and Entrepreneurship*, 3(3). <https://doi.org/10.61502/jemes.v3i3.162>
- Aileni, R. M., & Stroe, C. (2024). Multidimensional analysis of textiles coated with electroactive polymers for actuators. *Industria Textila*, 75(5), 550–555. <https://doi.org/10.35530/IT.075.05.202332>

- Alfred, R., Obit, J. H., Chin, C. P. Y., Havaluddin, H., & Lim, Y. (2021). Towards paddy rice smart farming: A review on big data, machine learning, and rice production tasks. In *IEEE Access* (Vol. 9, pp. 50358–50380). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069449>
- Ambarini, L. A. D., Frimawaty, E., & Herdiansyah, H. (2026). Sustainable management strategies for degraded subak rice fields in South Denpasar, Bali. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 13(1), 9199–9209. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2026.131.9199>
- Ban, C., & Hasselbalch, J. (2025). Green economic planning for rapid decarbonisation. *New Political Economy*, 30(2), 287–299. <https://doi.org/10.1080/13563467.2024.2434469>
- Bangun, I. H., Sembiring, R., Ruddramker, C., & Syam, M. R. (2024). Sustainable rice farming in West Java, Indonesia: The application of a cost-efficient organic farming approach. *Journal of Water and Land Development*, (61), 122–129. <https://doi.org/10.24425/jwld.2024.150266>
- Basurto, X., Gutierrez, N. L., Franz, N., Mancha-Cisneros, M. del M., Gorelli, G., Aguión, A., Funge-Smith, S., Harper, S., Mills, D. J., Nico, G., Tilley, A., Vannuccini, S., Virdin, J., Westlund, L., Allison, E. H., Anderson, C. M., Baio, A., Cinner, J., Fabinyi, M., ... H. Thilsted, S. (2025). Illuminating the multidimensional contributions of small-scale fisheries. *Nature*, 637(8047), 875–884. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08448-z>
- Bhattacharjee, N. V., Schumacher, A. E., Aali, A., Abate, Y. H., Abbasgholizadeh, R., Abbasian, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., ElHafeez, S. A., Abd-Elsalam, S., Abdollahi, M., Abdollahifar, M. A., Abdoun, M., Abdullahi, A., Abebe, M., Abebe, S. S., Abiodun, O., Abolhassani, H., Abolmaali, M., ... Vollset, S. E. (2024). Global fertility in 204 countries and territories, 1950–2021, with forecasts to 2100: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 403(10440), 2057–2099. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00550-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00550-6)
- BPS. (2025a). *Kabupaten Tabanan Dalam Angka 2025*.
- BPS. (2025b). *Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2025*.
- Chen, G., Wang, X., Sun, Q., & Tang, Z. Z. (2025). Multidimensional scaling improves distance-based clustering for microbiome data. *Bioinformatics*, 41(2). <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btaf042>
- Chiang, S. H., & Ton, M. B. (2025). Mapping Rice Phenology Using MODIS Products in An Giang Province, Mekong River Delta, Vietnam. *Remote Sensing*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/rs17091583>
- Darmawan, D. P., Arisena, G. M. K., Sukendar, N. M. C., Dewi, N. L. M. I. M., Krisnandika, A. A. K., Wiguna, P. P. K., Dunensa, D. L., Dewi, A. A. I. A. P., & Cahyani, D. D. A. (2024). Farmer Regeneration and Labor Requirements in Rice Farming: A Case Study of West Denpasar District, Denpasar City, Bali, Indonesia. *Organic Farming*, 10(3), 185–201. <https://doi.org/10.56578/of100303>
- Delicado, P., & Pachón-García, C. (2024). Multidimensional scaling for big data.

Advances in Data Analysis and Classification. <https://doi.org/10.1007/s11634-024-00591-9>

- Derks, M., Oukes, T., & Romijn, H. (2022). Scaling inclusive business impacts at the Base of the Pyramid: A framework inspired by business model ecosystems research. *Journal of Cleaner Production*, 366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132875>
- Dewi, R. K., & Paramarta, P. M. A. A. (2025). Multidimensional Sustainability Assessment Of Rice Farming Systems Inbali: Atrihitakarana-Based Approach Fortraditional Agricultural Development. *Lex Localis-Journal Of Local Self-Government*, 23(10).
- Donald, P. M., Salamida, D. N., Panga, P. A., & Mayengo, M. M. (2025). Modeling and control of global warming driven by transportation-induced carbon dioxide emissions through green economy investments. *Results in Engineering*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105048>
- Fuhrmann-Aoyagi, M. B., Miura, K., & Watanabe, K. (2024). Sustainability in Japan's Agriculture: An Analysis of Current Approaches. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Number 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/su16020596>
- Gyimah, S., Owusu-Manu, D. G., Edwards, D. J., Buerthey, J. I. T., & Danso, A. K. (2025). Exploring the contributions of circular business models towards the transition of green economy in the Ghanaian construction industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, 14(3), 859–880. <https://doi.org/10.1108/SASBE-09-2023-0265>
- Hammad, M., ElAffendi, M., & Abd El-Latif, A. A. (2025). Cancelable finger vein authentication using multidimensional scaling based on deep learning. *Egyptian Informatics Journal*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2025.100708>
- Huseien, G. F., & Shah, K. W. (2022). A review on 5G technology for smart energy management and smart buildings in Singapore. In *Energy and AI* (Vol. 7). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2021.100116>
- Izzudin, M., Ritohardoyo, S., & Muta'ali, L. (2022). The spatial agglomeration of the labor manufacturing industry in Central Java Province, 2005–2015. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 27(1), 38–50. <https://doi.org/10.17977/um017v27i12022p38-50>
- Kaliannan, M., Darmalinggam, D., Dorasamy, M., & Abraham, M. (2023). Inclusive talent development as a key talent management approach: A systematic literature review. *Human Resource Management Review*, 33(1). <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100926>
- Karen, C., Jon, F., Leonardo, G., & Tommaso, V. (2021). Platform-based business models and financial inclusion. *Springer Nature Link*, 41.
- Kini, Janvier. (2022). *Inclusive business models: empowering women in urban agriculture in Burkina Faso*. Universiteit van Amsterdam.
- Kusumawardhani, S. A. M. A., & Paramarta, P. M. A. A. (2025). The Impact of the Implementation of the Minister of Agriculture Regulation No. 15 of 2021 on Income Rice Milling Unit (RMU) in Tabanan Regency. *JIHAD: Jurnal Ilmu*

Hukum Dan Administrasi, 7(2), 2745–9489.
<https://doi.org/10.36312/jihad.v7i2.8752/https>

- Li, J., Xu, X., Xu, H., & Song, Y. (2025). Measuring customer-perceived service quality in the ride-hailing industry: a generic approach for the development and validation of a multidimensional scale. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1570. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05902-9>
- Limpo, S. Y., Fahmid, I. M., Fattah, A., Rauf, A. W., Surmaini, E., Muslimin, Saptana, Syahbuddin, H., & Andri, K. B. (2022). Integrating Indigenous and Scientific Knowledge for Decision Making of Rice Farming in South Sulawesi, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052952>
- Luekveerawattana, R. (2025). Optimizing green routes for agro-tourism: insights from Samut Songkhram Province, Thailand. *Cogent Social Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2460709>
- Magni, D., Palladino, R., Papa, A., & Cailleba, P. (2024). Exploring the journey of Responsible Business Model Innovation in Asian companies: A review and future research agenda. *Asia Pacific Journal of Management*, 41(3), 1031–1060. <https://doi.org/10.1007/s10490-022-09813-0>
- Mohidem, N. A., Hashim, N., Shamsudin, R., & Man, H. C. (2022). Rice for Food Security: Revisiting Its Production, Diversity, Rice Milling Process and Nutrient Content. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Number 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060741>
- Monazah, H. S., Seliemani, M. R. M., & Jahan, F. (2024). Investigating the Factor Structure and Validation of the Multidimensional Scale of Acceptance of Collective Violence Among Teenagers: An Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. *Iran J Psychiatry Behav Sci*, 18(2), 1–14.
- Nofiyanti, S. H., Fajarini, L. D. R., Putra, I. G. A. M., & Arista, Y. L. V. (2025). Process Intensification of Polyphenol and Flavonoid Extraction from Ant Nest (*Myrmecodia pendans*) via Ohmic Heating: Investigating Joule Heating and Electric Field-Time Interactions Using a Response Surface Methodology. *Trends in Sciences*, 22(11). <https://doi.org/10.48048/tis.2025.10471>
- Olaoni, S. O., Regonda, B., Luthra, K., & Atungulu, G. G. (2025). Optimizing lab methods for consistent rice milling analysis. *Cereal Chemistry*, 102(1), 199–210. <https://doi.org/10.1002/cche.10856>
- Phuong Vu, T., & Choudhury, M. (2025). Potential for CO2 emission reduction from large-scale rice fields in the Mekong Delta, Vietnam: a case study on OM4040 rice variety. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1617417>
- Praharjo, A., Lendriyono, F., & Syaifullah, Y. (2023). Search Engine Optimization Dan Social Media Marketing Beras Sehat Subak Bengkel Tabanan Bali. *Studi Kasus Inovasi Ekonomi*, 07(02), 179–188. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/skie>
- Puntillo, P. (2023). Circular economy business models: Towards achieving sustainable development goals in the waste management sector—Empirical evidence and theoretical implications. *Corporate Social Responsibility and Environmental*

Management, 30(2), 941–954. <https://doi.org/10.1002/csr.2398>

- Rachman, B., Ariningsih, E., Sudaryanto, T., Ariani, M., Septanti, K. S., Adawiyah, C. R., Ashari, Agustian, A., Saliem, H. P., Tarigan, H., Syahyuti, & Yuniarti, E. (2022). Sustainability status, sensitive and key factors for increasing rice production: A case study in West Java, Indonesia. *PLoS ONE*, 17(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274689>
- Robbins, A., Hout, M. C., Ercolino, A., Schmidt, J., Godwin, H. J., & MacDonald, J. (2025). The Pictures by Category and Similarity (PiCS) database: A multidimensional scaling database of 1200 images across 20 categories. *Behavior Research Methods*, 57(8). <https://doi.org/10.3758/s13428-025-02732-0>
- Roy, S. K., Alam, M. T., Mojumder, P., Mondal, I., Kafy, A. Al, Dutta, M., Ferdous, M. N., Al Mamun, M. A., & Mahtab, S. B. (2024). Dynamic assessment and prediction of land use alterations influence on ecosystem service value: A pathway to environmental sustainability. *Environmental and Sustainability Indicators*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100319>
- Sahoo, Bignyan Ranjan, Dash, A. K., Mohapatra, K. K., Mohanty, S., Sahu, S. G., Sahoo, Bidwan Ranjan, Prusty, M., & Priyadarshini, E. (2024). Strategic management of nano-fertilizers for sustainable rice yield, grain quality, and soil health. *Frontiers in Environmental Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1420505>
- Sedana, G., Wirawan, K., & Miyazawa, N. (2025). Implementation of Organic Rice Farming Based on Local Wisdom in Bali Province, Indonesia. *Philippine Agricultural Scientist*, 108(1), 72–78. <https://doi.org/10.62550/EN18053023>
- Serey, M., Mardy, S., & Chanthuch, T. (2024). A Review of Milled Rice Demand and Supply of Some ASEAN Countries and Lesson Learnt for Cambodia. *International Journal of Economics and Management*, 2(02), 139–150. <https://doi.org/10.54209/iem.v2i02.45>
- Sitairesmi, T., Hairmansis, A., Widyastuti, Y., Rachmawati, Susanto, U., Wibowo, B. P., Widiastuti, M. L., Rumanti, I. A., Suwarno, W. B., & Nugraha, Y. (2023). Advances in the development of rice varieties with better nutritional quality in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100602>
- Suamba, I. K., Sulastri, N. N., Wiguna, P. P. K., Arisena, G. M. K., Widhianthini, & Dewi, G. A. P. K. (2025). Analysis and Contribution of Water Value in Bali's Subak Ricefield: Insights from Gianyar Regency, Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 20(8). <https://doi.org/10.18280/ijstdp.200824>
- Supriyadi, S., Fitriani, A., Rachma, Y. A., Khoirunnissa, R., Ardianto, C., Maharani, P., Muzakki, W. A., & Fajarini, L. D. R. (2024). Chemical characterization and angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of Indonesian stinky beans. *Food Research*, 8(4), 236–244. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(4\).338](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(4).338)
- Sutardi, Apriyana, Y., Rejekiningrum, P., Alifia, A. D., Ramadhani, F., Darwis, V., Setyowati, N., Setyono, D. E. D., Gunawan, Malik, A., Abdullah, S., Muslimin, Wibawa, W., Triastono, J., Yusuf, Arianti, F. D., & Fadwiwati, A. Y. (2023). The Transformation of Rice Crop Technology in Indonesia: Innovation and Sustainable

- Food Security. In *Agronomy* (Vol. 13, Number 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010001>
- Symeon, G. K., Akamati, K., Dotas, V., Karatosidi, D., Bizelis, I., & Laliotis, G. P. (2025). Manure Management as a Potential Mitigation Tool to Eliminate Greenhouse Gas Emissions in Livestock Systems. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 17, Number 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/su17020586>
- Tseng, H. H., Yang, M. Der, Saminathan, R., Hsu, Y. C., Yang, C. Y., & Wu, D. H. (2022). Rice Seedling Detection in UAV Images Using Transfer Learning and Machine Learning. *Remote Sensing*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/rs14122837>
- Wang, K. C. (2025a). Struggling for access in the global era: the cases of edamame and rice agriculture in rural Thailand. *Food, Culture and Society*, 28(4), 836–856. <https://doi.org/10.1080/15528014.2024.2334487>
- Wang, K. C. (2025b). Struggling for access in the global era: the cases of edamame and rice agriculture in rural Thailand. *Food, Culture and Society*, 28(4), 836–856. <https://doi.org/10.1080/15528014.2024.2334487>
- Wang, Q., Sun, T., & Li, R. (2025). Does Artificial Intelligence (AI) enhance green economy efficiency? The role of green finance, trade openness, and R&D investment. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04319-0>
- Zai, V. A. J., & Suardi, I. D. P. O. (2025). Analisis Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Terhadap Efektivitas Penyuluhan dan Produktivitas Padi Sawah di Kecamatan Denpasar Timur. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 11(2), 4135–4143.
- Zhang, F., Chen, Z., Shi, J., Han, C., Zhan, Q., Ren, Z., & Yang, X. (2025). — Invited Review — Challenges and constraints to the sustainability of poultry farming in China. *Animal Bioscience*, 38(4), 789–801. <https://doi.org/10.5713/ab.24.0794>
- Zhang, Y., Schunn, C. D., & Wu, Y. (2024). What does it mean to be good at peer reviewing? A multidimensional scaling and cluster analysis study of behavioral indicators of peer feedback literacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00458-1>