

***STUDY ON THE USE OF COLOR SORTER MACHINES ON RICE QUALITY
IMPROVEMENT IN BALI PROVINCE***

**KAJIAN PENGGUNAAN MESIN *COLOR SORTER* TERHADAP PENINGKATAN
MUTU BERAS DI PROVINSI BALI**

**Ni Komang Sri Budihartini^{1*}, Pande Made Ari Ananta Paramarta², Luh Dian Rna Fajarini³, dan
Putu Julyantika Nica Dewi³**

¹ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Denpasar, Bali, Indonesia

² Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Dwijendra, Denpasar, Bali,
Indonesia

³ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar,
Bali, Indonesia

Diterima 30 April 2026 / Disetujui 5 Juli 2026

ABSTRACT

Rice has become a strategic food commodity in Indonesia since the Green Revolution era, establishing its position as the primary staple food. The government continues to maintain rice availability and quality through standards set by the National Food Agency. This study aims to analyze the effect of color sorter machine utilization on improving rice quality in Bali. The research employed a quantitative approach using multiple linear regression analysis with the assistance of IBM SPSS Statistics. The population consisted of 45 Rice Milling Units (RMU) using color sorter, applying a census sampling method. Observed variables included machine usage intensity, moisture content, degree of milling, head rice percentage, and defective grain percentage on rice quality. The results indicate that the intensity of color sorter usage and head rice percentage have a positive and significant effect on rice quality, while moisture content and defective grain percentage have a negative effect. The degree of milling also positively influences the visual quality of rice. The R-square value of 0.72 indicates that the model explains most of the variation in rice quality. The findings imply that optimal use of color sorter technology, supported by proper post-harvest management, can significantly enhance rice quality and improve the competitiveness of local rice products.

Keywords : *rice, quality, milling, color sorter, food*

ABSTRAK

Beras merupakan komoditas pangan strategis di Indonesia sejak era Revolusi Hijau yang mengukuhkan posisinya sebagai makanan pokok utama. Pemerintah terus menjaga stabilitas ketersediaan dan kualitas beras melalui standar mutu yang ditetapkan oleh Badan Pangan Nasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan mesin *color sorter* terhadap peningkatan mutu beras di Provinsi Bali. Metode penelitian menggunakan pendekatan

* Korespondensi Penulis :
Email: sri_budihartini@unud.ac.id

kuantitatif dengan analisis regresi linear berganda dengan IBM SPSS *Statistics*. Populasi penelitian terdiri dari 45 unit *Rice Milling Unit* (RMU) pengguna *color sorter* dengan metode sensus. Variabel yang diamati meliputi intensitas penggunaan mesin, kadar air, derajat sosoh, persentase beras kepala, dan persentase butir cacat terhadap mutu beras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas penggunaan *color sorter* dan persentase beras kepala berpengaruh positif dan signifikan terhadap mutu beras, sedangkan kadar air dan persentase butir cacat berpengaruh negatif. Derajat sosoh juga memberikan pengaruh positif terhadap kualitas visual beras. Nilai *R-square* sebesar 0,72 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sebagian besar variasi mutu beras. Implikasi penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *color sorter* yang optimal, didukung oleh pengelolaan pascapanen yang baik, mampu meningkatkan kualitas beras serta daya saing produk lokal.

Kata kunci : beras, mutu, milling , *color sorter*, pangan

PENDAHULUAN

Sejak era Revolusi Hijau pada masa Orde Baru, Indonesia secara tidak langsung mengukuhkan beras sebagai makanan pokok utama masyarakat (Widyawati et al., 2025). Kebijakan pemerintah yang berfokus pada peningkatan produksi padi melalui penggunaan pupuk kimia, pestisida, serta varietas unggul mendorong ketersediaan beras secara masif. Selain itu, program intensifikasi pertanian dan distribusi beras yang merata memperkuat posisi beras dalam pola konsumsi nasional (Suamba et al., 2025). Akibatnya, bahan pangan lokal seperti jagung, sagu, dan umbi-umbian mulai tergeser (Sutardi et al., 2023). Kondisi ini membentuk persepsi sosial bahwa makan belum lengkap tanpa nasi, sehingga ketergantungan terhadap beras semakin tinggi hingga saat ini di berbagai daerah Indonesia.

Pemerintah Indonesia saat ini masih memandang beras sebagai komoditas strategis yang memiliki peran sangat penting dalam menjaga stabilitas ekonomi, sosial, dan politik (Bangun et al., 2024). Beras tidak hanya dilihat sebagai bahan pangan utama mayoritas masyarakat, tetapi juga sebagai indikator ketahanan pangan nasional. Berbagai kebijakan difokuskan pada upaya menjaga ketersediaan, keterjangkauan harga, serta stabilitas pasokan beras di seluruh wilayah Indonesia. Pemerintah melalui berbagai program berupaya meningkatkan produksi dalam negeri, seperti modernisasi pertanian, subsidi pupuk, serta pengembangan varietas unggul (Junaedi et al., 2016). Pemerintah juga membuka opsi impor beras sebagai langkah antisipatif ketika produksi dalam negeri tidak mencukupi kebutuhan nasional. Kebijakan ini diambil untuk menekan lonjakan harga dan mencegah krisis pangan (Sitaresmi et al., 2023). Pemerintah mulai mendorong diversifikasi pangan guna mengurangi ketergantungan terhadap beras. Konsumsi pangan lokal seperti sagu, jagung, dan umbi-umbian kembali dipromosikan sebagai alternatif sumber karbohidrat. Tantangan utama terletak pada perubahan pola konsumsi masyarakat yang telah lama bergantung pada beras sebagai makanan pokok utama di Indonesia.

Pemerintah Indonesia mengelompokkan beras ke dalam beberapa kategori mutu untuk memudahkan pengendalian kualitas, distribusi, dan penetapan harga di pasar. Pengelompokan ini mengacu pada standar yang ditetapkan oleh Badan Pangan Nasional serta regulasi terkait pangan nasional (Sedana et al., 2025). Beras dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu beras premium dan beras medium. Beras premium memiliki persyaratan mutu yang lebih tinggi. Syarat utamanya meliputi kadar air rendah (umumnya maksimal sekitar 14%), persentase beras kepala tinggi (sekitar $\geq 85\%$), butir patah sangat sedikit, serta bebas dari kotoran dan benda asing. Selain itu, warna beras harus cerah, tidak kusam, dan memiliki derajat sosoh yang baik (BPN, 2023). Standar ini menjadikan beras premium memiliki kualitas fisik yang lebih menarik dan tekstur yang pulen saat dimasak. Beras

medium memiliki persyaratan yang lebih longgar dibandingkan premium (Budihartini et al., 2018). Kadar air masih dalam batas aman, tetapi persentase beras kepala lebih rendah (sekitar $\geq 75\%$), dengan jumlah butir patah yang lebih banyak. Kebersihan tetap menjadi syarat penting, meskipun toleransi terhadap cacat fisik sedikit lebih besar. Beras medium tetap layak konsumsi dan menjadi pilihan utama masyarakat karena harganya lebih terjangkau.

Kualitas beras di Indonesia ditetapkan melalui standar yang mengacu pada kebijakan Badan Pangan Nasional (BPN). Standar ini membagi beras ke dalam kategori seperti premium dan medium berdasarkan parameter mutu tertentu. Parameter tersebut meliputi kadar air, persentase beras kepala, jumlah butir patah, derajat sosoh, serta tingkat kebersihan dari kotoran dan benda asing. Penetapan standar bertujuan menjaga kualitas beras yang beredar di masyarakat sekaligus memberikan kepastian bagi produsen dan konsumen. Permasalahan yang mendorong penggunaan mesin *color sorter* pada pengolahan beras adalah masih tingginya kandungan butir cacat dalam beras hasil penggilingan, seperti butir kuning, butir kapur, butir merah, butir hitam, butir pecah, serta adanya kotoran dan benda asing yang tidak dapat dipisahkan secara sempurna dengan metode penyortiran konvensional. Selain itu, kualitas gabah yang tidak seragam, pengaruh kondisi pascapanen yang kurang baik, serta tuntutan konsumen terhadap beras bermutu premium dengan warna putih bersih dan seragam menyebabkan pengusaha penggilingan padi perlu menerapkan teknologi *color sorter*. Penggunaan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan mutu fisik beras, memenuhi standar kualitas pasar modern, meningkatkan nilai jual produk, memperluas akses pasar, dan memperkuat daya saing beras lokal di tingkat regional maupun nasional.

Keterkaitan antara standar kualitas beras dengan penggunaan mesin *color sorter* sangat erat dalam proses produksi di *Rice Milling Unit* (RMU). Mesin ini menjadi salah satu teknologi penting dalam meningkatkan mutu beras agar sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. *Color sorter* bekerja dengan memanfaatkan sensor optik untuk mendeteksi perbedaan warna pada setiap butir beras. Butir yang memiliki warna tidak sesuai seperti kuning, kusam, atau rusak dapat dipisahkan secara otomatis melalui sistem semburan udara bertekanan (BPN, 2023). Proses ini menghasilkan beras dengan tampilan yang lebih bersih dan seragam. Peran *color sorter* dalam usaha RMU sangat signifikan terutama dalam upaya meningkatkan kelas mutu beras. Beras yang tidak melalui proses penyortiran modern cenderung memiliki tingkat cacat yang lebih tinggi sehingga sulit memenuhi standar premium.

Penggunaan *color sorter* memungkinkan pelaku usaha meningkatkan persentase beras kepala serta mengurangi butir cacat. Kondisi ini berdampak langsung pada peningkatan kualitas visual dan nilai jual produk di pasar. Selain meningkatkan kualitas, penggunaan *color sorter* juga memberikan efisiensi dalam proses produksi. Penyortiran manual membutuhkan waktu lebih lama dan hasilnya kurang konsisten (Lu et al., 2023). Teknologi ini mampu bekerja dengan kecepatan tinggi serta tingkat akurasi yang lebih baik. Hasil produksi menjadi lebih stabil sehingga memudahkan pelaku usaha dalam menjaga standar mutu secara berkelanjutan. Dampak ekonomi dari penggunaan *color sorter* cukup besar bagi usaha RMU (Elwakeel et al., 2023). Beras dengan kualitas premium memiliki harga jual yang lebih tinggi dibandingkan beras medium. Kondisi ini memberikan peluang peningkatan pendapatan bagi pelaku usaha. Kepercayaan konsumen juga meningkat karena produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang konsisten dan sesuai dengan standar yang berlaku (Saleah et al., 2022). Penerapan teknologi *color sorter* menunjukkan bahwa modernisasi dalam sektor penggilingan padi memiliki peran penting dalam mendukung kebijakan pemerintah terkait standar kualitas beras. Integrasi antara regulasi dan teknologi menciptakan sistem produksi yang lebih efisien, berkualitas, serta mampu memenuhi kebutuhan pasar secara berkelanjutan (Cha et al., 2025).

Provinsi Bali sebagai destinasi pariwisata utama memiliki kebutuhan tinggi terhadap pangan berkualitas, khususnya beras premium. Kebutuhan ini berasal dari penduduk lokal serta sektor pariwisata seperti hotel, restoran, dan jasa kuliner yang menuntut standar bahan pangan yang konsisten dan berkualitas tinggi. Kondisi tersebut menuntut kemampuan daerah dalam memproduksi beras premium secara mandiri guna mendukung ketahanan pangan sekaligus meningkatkan nilai tambah sektor pertanian. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2025 menunjukkan bahwa produksi padi di Bali mencapai sekitar 1,08 juta ton dalam bentuk Gabah Kering Panen (GKP). Produksi tersebut setelah dikonversi menjadi Gabah Kering Giling (GKG) dan beras menghasilkan sekitar 620 ribu ton beras. Angka ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan dibandingkan tahun sebelumnya akibat berkurangnya luas panen dan perubahan kondisi iklim yang memengaruhi produktivitas. Konsumsi beras di Bali juga cukup tinggi (BPS, 2025). Data BPS menunjukkan kebutuhan beras masyarakat Bali berada pada kisaran 100–110 kg per kapita per tahun. Dengan jumlah penduduk sekitar 4,4 juta jiwa, total konsumsi beras di Bali diperkirakan mencapai lebih dari 450 ribu ton per tahun. Tingginya konsumsi ini menunjukkan tekanan terhadap ketersediaan beras lokal, terutama dengan adanya tambahan permintaan dari sektor pariwisata (Paramarta, 2024). Potensi produksi gabah di Bali sebenarnya masih cukup besar, terutama di wilayah sentra pertanian seperti Tabanan, Gianyar, dan Badung. Produktivitas padi rata-rata berada pada kisaran 5–6 ton per hektare, yang menunjukkan kapasitas produksi yang relatif baik. Tantangan utama terletak pada konversi lahan pertanian, fluktuasi iklim, serta efisiensi pascapanen yang masih perlu ditingkatkan (BPS, 2023).

Provinsi Bali memiliki kebutuhan beras berkualitas tinggi yang terus meningkat seiring perkembangan sektor pariwisata. Kualitas beras lokal yang dihasilkan masih belum seragam dan sering ditemukan butir cacat, sehingga belum mampu sepenuhnya memenuhi standar beras premium. Keterbatasan penggunaan teknologi modern pada *Rice Milling Unit* (RMU) menjadi salah satu penyebab rendahnya mutu beras yang dihasilkan. Proses *sortasi* yang masih dilakukan secara manual cenderung kurang efisien dan menghasilkan kualitas yang tidak konsisten. Kondisi ini berdampak pada rendahnya nilai jual beras serta tingginya kehilangan hasil pascapanen. Kesenjangan antara potensi produksi gabah yang cukup besar dengan kualitas beras akhir menunjukkan perlunya inovasi teknologi dalam proses pengolahan. Penggunaan mesin color sorter menjadi salah satu solusi yang dapat meningkatkan mutu beras melalui pemisahan butir cacat secara lebih akurat dan efisien, sehingga mendukung peningkatan daya saing beras lokal.

Mesin *color sorter* menjadi penting di Provinsi Bali karena masih terdapat berbagai permasalahan dalam sistem pengolahan beras, antara lain kualitas gabah yang tidak seragam, tingginya persentase butir kuning, butir kapur, butir pecah, butir merah, serta adanya kotoran dan benda asing yang belum dapat dipisahkan secara optimal melalui proses penyortiran konvensional. Selain itu, sebagian penggilingan padi masih menggunakan teknologi yang sederhana sehingga mutu beras yang dihasilkan belum konsisten dan kurang mampu memenuhi standar pasar premium. Kondisi ini semakin menjadi tantangan seiring meningkatnya permintaan dari masyarakat, sektor pariwisata, hotel, restoran, dan pasar modern terhadap beras berkualitas tinggi yang memiliki warna seragam, bersih, dan bebas cacat. Oleh karena itu, penggunaan mesin *color sorter* diperlukan untuk meningkatkan mutu fisik beras, mengurangi kehilangan hasil, meningkatkan nilai tambah produk, memperkuat daya saing penggilingan padi (*Rice Milling Unit*/RMU), serta mendukung ketahanan pangan dan pengembangan industri perberasan yang berkelanjutan di Provinsi Bali. Berdasarkan permasalahan di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin *color sorter* dalam peningkatan mutu beras di Provinsi Bali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis regresi *linear* berganda dengan jumlah sampel sebanyak 45 responden pemilik *rice milling unit* yang menggunakan *collor sorter* di Provinsi bali untuk menjawab tujuan penelitian pengaruh penggunaan mesin *color sourter* dalam peningkatan mutu beras di Provinsi Bali. Jumlah variabel dari penelitian ini adalah 6 variabel yang terdiri dari Intensitas penggunaan *color sorter* (X1), *Kadar air beras* (X2), *Derajat sosoh* (X3), *Persentase beras kepala* (X4) *Persentase butir cacat* (X5) dan *Mutu beras* (Y).

Alat dan Bahan

1. Alat Penelitian
 - a. Mesin *color sorter* (*optical sorting machine*)
 - b. *Conveyor belt* / sistem aliran bahan
 - c. Komputer / laptop untuk pengaturan mesin dan pengolahan data
 - d. Sensor optik / kamera CCD
 - e. Sistem ejektor (*air jet/nozzle*)
 - f. Timbangan digital
 - g. Moisture meter (alat ukur kadar air, jika diperlukan)
 - h. Stopwatch (pengukur waktu proses)
 - i. Alat dokumentasi (kamera/HP)
2. Bahan penelitian
 - a. Gabah
 - b. Beras
 - c. Kedelai (sesuai objek penelitian)
 - d. Sampel bahan:
 - e. Bahan berkualitas baik
 - f. Bahan cacat/berwarna tidak normal
 - g. Air (untuk pembersihan atau persiapan sampel, jika diperlukan)
 - h. Data pendukung (SNI mutu, data panen, standar kualitas)

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini dilakukan di Provinsi Bali pada bulan Januari hingga Maret 2026 dengan tujuan menganalisis pengaruh penggunaan mesin *color sorter* terhadap peningkatan mutu beras pada *Rice Milling Unit* (RMU). Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan membandingkan kualitas beras sebelum dan sesudah proses penyortiran menggunakan *color sorter*. Parameter yang diamati meliputi persentase beras kepala, butir patah, menir, warna, dan tingkat kebersihan. Data dikumpulkan melalui pengujian laboratorium dan observasi langsung di lapangan.. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui tingkat peningkatan mutu beras. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi teknologi dalam meningkatkan kualitas beras lokal

Batasan Oprasional Variabel

Batasan operasional variabel berfungsi untuk memberikan definisi yang jelas, spesifik, dan terukur terhadap setiap variabel penelitian. Batasan ini digunakan agar variabel dapat diamati, diukur, serta dipahami secara seragam oleh peneliti maupun pembaca, sehingga mengurangi perbedaan penafsiran dan meningkatkan ketepatan dalam pengumpulan, analisis, dan interpretasi data penelitian. Variabel penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel penelitian

No.	Variabel	Kode Variabel	Indikator Pengamatan
1	Intensitas penggunaan <i>color sorter</i>	X1	Lama penggunaan (jam), frekuensi penyortiran
2	Kadar air beras	X2	Persentase kadar air (%)
3	Derajat sosoh	X3	Tingkat keputihan beras (%)
4	Persentase beras kepala	X4	Jumlah beras utuh (%)
5	Persentase butir cacat	X5	Jumlah butir patah, kuning, menir (%)
6	Mutu beras	Y	Klasifikasi kualitas (premium/medium)

1. Intensitas penggunaan *color sorter* (X1)

Variabel ini menggambarkan seberapa sering dan lama mesin digunakan dalam proses penyortiran beras. Pengukuran dilakukan berdasarkan durasi penggunaan mesin dalam jam per hari serta frekuensi penyortiran dalam satu siklus produksi. Semakin tinggi intensitas penggunaan, semakin besar peluang pemisahan butir cacat secara optimal (Alaameri et al., 2024).

2. Kadar air beras (X2)

Kadar air diukur dalam persentase menggunakan alat *moisture* meter. Nilai kadar air yang ideal berkisar sekitar 13%–14%. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas beras serta memengaruhi efektivitas proses penyortiran oleh mesin *color sorter* (BPN, 2023).

3. Derajat sosoh (X3)

Derajat sosoh menunjukkan tingkat penggilingan beras yang memengaruhi warna dan penampilan fisik. Pengukuran dilakukan dengan melihat tingkat keputihan atau kebersihan permukaan beras. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan beras lebih bersih dan menarik secara visual (BPN, 2023).

4. Persentase beras kepala (X4)

Variabel ini mengukur jumlah beras utuh dibandingkan total sampel. Pengukuran dilakukan dengan metode penimbangan dan pemisahan manual antara beras utuh dan patah. Persentase yang tinggi menunjukkan kualitas beras yang lebih baik (Elwakeel et al., 2023).

5. Persentase butir cacat (X5)

Variabel ini mencakup jumlah butir patah, menir, beras kuning, dan butir rusak lainnya. Pengukuran dilakukan dengan memisahkan dan menimbang butir cacat dalam sampel tertentu. Nilai yang rendah menunjukkan kualitas beras yang lebih baik (Cinar & Koklu, 2022).

6. Mutu beras (Y)

Mutu beras ditentukan berdasarkan klasifikasi kualitas seperti premium atau medium. Penilaian dilakukan dengan mengacu pada standar mutu yang berlaku, mencakup seluruh parameter seperti kadar air, beras kepala, dan tingkat cacat. Hasil pengukuran dari variabel lain menjadi dasar dalam menentukan kategori mutu beras yang dihasilkan (Dewi & Paramarta, 2025).

Populasi dan Sampel penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pelaku usaha *Rice Milling Unit* (RMU) pengguna mesin *color sorter* di Provinsi Bali. Berdasarkan hasil identifikasi di lapangan, jumlah populasi yang memenuhi kriteria penelitian sebanyak 45 unit usaha RMU. Jumlah tersebut relatif terbatas dan masih memungkinkan untuk dijangkau secara keseluruhan dalam proses pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan metode penentuan sampel sensus, yaitu teknik pengambilan sampel dengan melibatkan seluruh anggota populasi sebagai responden (Paramarta et al., 2023; Soedarwo et al., 2024). Metode ini dipilih karena jumlah populasi yang tidak terlalu besar, sehingga seluruh RMU pengguna *color sorter* dapat dijadikan sumber data tanpa perlu dilakukan pengambilan sampel sebagian. Pendekatan sensus memberikan keuntungan berupa data yang lebih representatif dan akurat karena mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Penggunaan metode sensus juga bertujuan untuk meminimalkan kesalahan pengambilan sampel serta meningkatkan validitas hasil penelitian. Seluruh responden memberikan informasi terkait penggunaan mesin *color sorter* dan pengaruhnya terhadap mutu beras yang dihasilkan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu menggambarkan kondisi sebenarnya dari penerapan teknologi *color sorter* pada usaha RMU di Bali secara menyeluruh.

Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode regresi linear berganda dengan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics* untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin *color sorter* terhadap mutu beras di Bali. Model regresi ini digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel X1 (intensitas penggunaan *color sorter*), X2 (kadar air), X3 (derajat sosoh), X4 (persentase beras kepala), dan X5 (persentase butir cacat) terhadap variabel Y (mutu beras). Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan analisis yang sistematis (Indrianisa et al., 2025). Tahapan awal meliputi uji asumsi klasik yang terdiri dari uji *normalitas*, *multikolinearitas*, dan *heteroskedastisitas* untuk memastikan bahwa data memenuhi syarat analisis regresi (Gomes et al., 2023). Tahapan selanjutnya adalah perhitungan koefisien regresi untuk mengetahui arah dan besarnya pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap mutu beras (Paramarta et al., 2023). Pengujian hipotesis dilakukan melalui uji F untuk melihat pengaruh variabel secara simultan dan uji t untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel secara parsial (Krey & Dananjaya, 2024). Nilai koefisien determinasi (*R-square*) juga dianalisis untuk mengetahui seberapa besar kontribusi seluruh variabel dalam menjelaskan variasi mutu beras. Hasil analisis ini diharapkan memberikan gambaran yang jelas mengenai faktor-faktor yang memengaruhi peningkatan mutu beras melalui penggunaan teknologi *color sorter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Mesin *Color Sorter* Dalam Peningkatan Mutu Beras di Provinsi Bali

Pengaruh penggunaan mesin *color sorter* terhadap peningkatan mutu beras di Provinsi Bali dianalisis menggunakan regresi linear berganda dengan memperhatikan nilai *path coefficient* dan *R-square*. Nilai *path coefficient* menunjukkan besarnya pengaruh langsung penggunaan mesin terhadap mutu beras, sedangkan nilai *R-square* menjelaskan proporsi variasi mutu beras yang dapat diterangkan oleh variabel-variabel dalam model penelitian (Paramarta, 2024). Nilai *path coefficient* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Nilai *R-square* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. *Path Coefficients*

<i>Model</i>	<i>Unstandardized Coefficients (B)</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Stand. Coeff (Beta)</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
(Constant)	1,235	0,512	-	2,412	0,020
X1 Intensitas penggunaan <i>color sorter</i>)	0.420	0,110	0,385	3,818	0,000*
X2 (Kadar air)	-0,310	0,095	-0,290	-3,263	0,002*
X3 (Derajat sosoh)	0,215	0,088	0,210	2,443	0,018*
X4 (Persentase beras kepala)	0,505	0,120	0,450	4,208	0,000*
X5 (Persentase butir cacat)	-0,395	0,105	-0,360	-3,762	0,001*

*: *Signifikant*

Berdasarkan Tabel 2, variabel X1 yaitu intensitas penggunaan *color sorter* memiliki koefisien regresi sebesar 0,420 dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Tingkat kesalahan 5% menunjukkan bahwa peneliti bersedia menerima kemungkinan sebesar 5% untuk melakukan kesalahan dalam menolak hipotesis nol yang sebenarnya benar (*Type I error*), sedangkan tingkat kepercayaan penelitian mencapai 95%. Penggunaan batas 5% dinilai cukup memadai dalam penelitian sosial yang melibatkan perilaku manusia yang cenderung kompleks, dinamis, dan sulit dikendalikan secara sempurna (Paramarta, 2024).

Hasil analisis *Path* menunjukkan bahwa intensitas penggunaan mesin berpengaruh positif dan signifikan terhadap mutu beras. Semakin sering dan optimal mesin digunakan dalam proses penyortiran, maka semakin tinggi kemampuan dalam memisahkan butir cacat, sehingga kualitas beras yang dihasilkan menjadi lebih baik dan seragam (Alaameri et al., 2024). Variabel X2 yaitu kadar air menunjukkan koefisien sebesar -0,310 dengan signifikansi 0,002. Nilai negatif ini mengindikasikan bahwa peningkatan kadar air akan menurunkan mutu beras. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan beras mudah rusak, berjamur, serta menurunkan daya simpan. Kondisi ini juga dapat mengurangi efektivitas proses penyortiran, sehingga berpengaruh terhadap kualitas akhir beras. Variabel X3 yaitu derajat sosoh memiliki koefisien sebesar 0,215 dengan nilai signifikansi 0,018. Hasil ini menunjukkan bahwa derajat sosoh berpengaruh positif dan signifikan terhadap mutu beras. Semakin tinggi tingkat sosoh, maka beras akan tampak lebih putih, bersih, dan menarik secara visual, yang menjadi salah satu indikator penting dalam penentuan kualitas beras di pasar. Variabel X4 yaitu persentase beras kepala memiliki koefisien terbesar yaitu 0,505 dengan nilai signifikansi 0,000.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa variabel ini memiliki pengaruh paling dominan terhadap mutu beras. Persentase beras kepala yang tinggi mencerminkan kualitas fisik beras yang baik, karena butiran utuh lebih disukai konsumen dan memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Variabel X5 yaitu persentase butir cacat memiliki koefisien sebesar -0,395 dengan signifikansi 0,001. Nilai ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah butir cacat seperti beras patah, menir, atau beras kuning, maka mutu beras akan menurun secara signifikan. Keberadaan butir cacat menjadi salah satu faktor utama yang menurunkan kualitas visual dan nilai ekonomi beras.

Nilai koefisien beta terstandarisasi menunjukkan bahwa variabel X4 memiliki pengaruh paling besar, diikuti oleh X1 dan X5. Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan mesin *color sorter* yang optimal, didukung oleh pengendalian kadar air, peningkatan derajat sosoh, serta pengurangan butir cacat, mampu meningkatkan mutu beras secara signifikan. Hasil ini juga

menegaskan pentingnya penerapan teknologi dalam proses pengolahan pascapanen untuk meningkatkan daya saing beras lokal. Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan mesin color sorter yang optimal dapat meningkatkan mutu beras secara signifikan melalui pemisahan butir cacat, butir kuning, dan kotoran secara lebih efisien. Pengendalian kadar air selama proses pengolahan juga berperan penting dalam menjaga kualitas fisik beras dan mencegah kerusakan butir (Alaameri et al., 2024).

Nilai *R-square* menunjukkan besarnya proporsi variasi variabel dependen yang dapat dijelaskan secara bersama-sama oleh seluruh variabel independen dalam model penelitian. Semakin tinggi nilai *R-square*, semakin besar kemampuan model dalam menjelaskan perubahan pada variabel dependen. Misalnya, nilai *R-square* sebesar 0,75 menunjukkan bahwa 75% variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel independen, sedangkan 25% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian (Paramarta, 2024). Nilai *R-Square* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *R-Square*

<i>R-Square Adjusted R-Square</i>	
0,72	0,69

Berdasarkan Tabel 3, , nilai *R-Square* sebesar 0,72 menunjukkan bahwa kemampuan model dalam menjelaskan variasi mutu beras tergolong tinggi. Angka ini berarti bahwa 72% perubahan mutu beras dapat dijelaskan oleh variabel yang digunakan dalam penelitian, yaitu intensitas penggunaan *color sorter*, kadar air, derajat sosoh, persentase beras kepala, dan persentase butir cacat. Sisa sebesar 28% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian, seperti kualitas varietas padi, kondisi penyimpanan, serta faktor manajemen produksi yang tidak diukur dalam penelitian ini.

Nilai *Adjusted R-Square* sebesar 0,69 memberikan gambaran yang lebih akurat karena telah disesuaikan dengan jumlah variabel dan ukuran sampel (Almaududi et al., 2024). Perbedaan yang relatif kecil antara *R-Square* dan *Adjusted R-Square* menunjukkan bahwa model yang digunakan cukup stabil dan tidak mengalami *overfitting*. Hal ini berarti variabel yang dimasukkan dalam model memiliki kontribusi yang relevan dalam menjelaskan mutu beras.

Standar *error of the estimate* sebesar 0,185 menunjukkan tingkat kesalahan prediksi model yang relatif kecil. Nilai ini mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat ketepatan yang baik dalam memprediksi mutu beras berdasarkan variabel yang digunakan. Implikasi di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan mesin *color sorter* bersama dengan pengendalian faktor kualitas lainnya mampu memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan mutu beras di Bali (Alaameri et al., 2024). Tingginya nilai koefisien determinasi memperkuat bahwa kombinasi teknologi dan pengelolaan kualitas bahan baku menjadi faktor utama dalam menghasilkan beras berkualitas premium. Hal ini juga menunjukkan bahwa peningkatan mutu beras dapat dicapai melalui pendekatan yang terintegrasi antara teknologi, proses produksi, dan manajemen pascapanen (Cha et al., 2025).

Intensitas penggunaan *color sorter* (X1)

Intensitas penggunaan mesin *color sorter* memberikan pengaruh positif terhadap mutu beras yang dihasilkan artinya jika penggunaan *color sorter* meningkat sebesar 10% maka mutu beras akan meningkat sebesar 4,2%. Penggunaan mesin secara rutin dan optimal di tingkat RMU mampu meningkatkan keseragaman warna serta kebersihan beras (Lu et al., 2023). Pelaku usaha yang mengoperasikan mesin secara konsisten cenderung menghasilkan beras dengan kualitas lebih stabil

dibandingkan penggunaan yang bersifat insidental. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa beberapa RMU belum memaksimalkan penggunaan mesin karena keterbatasan biaya operasional atau kurangnya tenaga terampil. Dampak dari penggunaan yang tidak optimal terlihat pada kualitas beras yang masih bercampur dengan butir cacat (Cha et al., 2025). Peningkatan intensitas penggunaan juga berkaitan dengan efisiensi waktu produksi karena proses penyortiran menjadi lebih cepat dibandingkan metode manual. Penggunaan mesin secara maksimal memberikan peluang bagi RMU untuk meningkatkan kapasitas produksi sekaligus menjaga standar mutu. Implikasi lainnya adalah meningkatnya kepercayaan konsumen terhadap produk beras lokal yang memiliki kualitas seragam dan bersih. Penguatan kapasitas sumber daya manusia menjadi faktor penting agar mesin dapat dioperasikan secara efektif. Pelatihan teknis bagi operator diperlukan untuk memastikan mesin bekerja sesuai standar (Sokudlor et al., 2023). Intensitas penggunaan yang tinggi juga menuntut perawatan mesin secara berkala agar performa tetap optimal. Keterpaduan antara teknologi dan manajemen operasional menjadi kunci dalam meningkatkan mutu beras secara berkelanjutan.

Kadar air (X2)

Kadar air beras memiliki pengaruh negatif terhadap mutu beras yang dihasilkan. Kadar air yang tinggi menyebabkan beras lebih mudah rusak, berjamur, serta memiliki daya simpan yang rendah. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa proses pengeringan gabah masih menjadi kendala utama di beberapa RMU. Gabah yang belum mencapai kadar air ideal cenderung menghasilkan beras yang mudah patah saat proses penggilingan. Dampak lain terlihat pada kurang optimalnya proses penyortiran menggunakan *color sorter* karena perbedaan warna tidak terdeteksi secara maksimal pada butir yang lembap. Pengendalian kadar air menjadi tahap penting sebelum masuk ke proses pengolahan lanjutan (Alaameri et al., 2024). Rice Milling Unit yang memiliki fasilitas pengeringan modern mampu menjaga kualitas bahan baku sehingga menghasilkan beras dengan mutu lebih tinggi. Kadar air yang sesuai standar juga meningkatkan efisiensi proses penggilingan dan mengurangi tingkat kehilangan hasil (Feng et al., 2024). Implikasi di lapangan menunjukkan bahwa investasi pada alat pengering menjadi kebutuhan penting dalam meningkatkan kualitas produksi. Pengawasan kadar air secara berkala perlu dilakukan untuk memastikan standar mutu tetap terjaga menggunakan alat *moisture tester*. Kadar air yang rendah dan stabil mendukung proses penyimpanan yang lebih lama tanpa menurunkan kualitas beras. Keterkaitan antara kadar air dan mutu beras menunjukkan bahwa pengelolaan pascapanen menjadi faktor krusial dalam sistem produksi. Penguatan sistem pengeringan akan memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kualitas beras secara keseluruhan (Kurade et al., 2023).

Derajat sosoh (X3)

Berdasarkan koefisien beta pada tabel 2, derajat sosoh berpengaruh positif terhadap mutu beras terutama dari segi penampilan fisik. Tingkat sosoh yang baik menghasilkan beras yang lebih putih, bersih, dan menarik bagi konsumen. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pasar di Bali, khususnya sektor pariwisata, cenderung memilih beras dengan tampilan yang cerah dan seragam. RMU yang mampu mengatur derajat sosoh sesuai kebutuhan pasar memiliki keunggulan dalam meningkatkan nilai jual produk (Saleah et al., 2022). Tingkat sosoh yang terlalu rendah menghasilkan beras yang masih kusam, sedangkan sosoh yang terlalu tinggi berpotensi mengurangi kandungan nutrisi. Penyesuaian derajat sosoh menjadi strategi penting dalam memenuhi preferensi pasar yang berbeda. Penggunaan mesin modern memungkinkan pengaturan tingkat sosoh secara lebih presisi (Cha et al., 2025). Implikasi di lapangan menunjukkan bahwa peningkatan derajat sosoh berkontribusi terhadap peningkatan daya saing beras lokal. Konsumen cenderung lebih percaya pada produk yang

memiliki tampilan bersih dan menarik (Krey & Dananjaya, 2024). Keseimbangan antara kualitas visual dan kandungan gizi perlu menjadi perhatian dalam proses pengolahan. Pengelolaan derajat sosoh yang tepat dapat meningkatkan efisiensi produksi serta mengurangi kehilangan hasil akibat penggilingan berlebih. Penerapan standar sosoh yang konsisten membantu menjaga kualitas produk di pasar (Sokudlor et al., 2023). Peran teknologi dalam mengontrol proses sosoh menjadi faktor penting dalam menghasilkan beras berkualitas tinggi.

Persentase beras kepala (X4)

Persentase beras kepala menjadi indikator utama dalam menentukan mutu beras. Nilai yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar butir beras dalam kondisi utuh sehingga memiliki kualitas yang lebih baik. Kondisi di lapangan memperlihatkan bahwa beras dengan persentase kepala tinggi memiliki harga jual lebih tinggi dan lebih diminati konsumen (Lu et al., 2023). Proses penggilingan yang tepat serta penggunaan mesin *color sorter* berkontribusi dalam meningkatkan persentase beras kepala. Kerusakan butir selama proses pengolahan menjadi faktor utama yang menurunkan nilai variabel ini. *Rice Milling Unit* dengan teknologi modern mampu meminimalkan tingkat kerusakan sehingga menghasilkan beras dengan kualitas premium. Implikasi ekonomi dari peningkatan persentase beras kepala sangat signifikan karena berhubungan langsung dengan keuntungan usaha. Pelaku usaha yang mampu menjaga kualitas butir utuh memiliki daya saing lebih tinggi di pasar (Saleah et al., 2022). Faktor lain seperti kualitas gabah dan proses pengeringan juga memengaruhi hasil akhir. Pengelolaan proses produksi secara menyeluruh diperlukan untuk menjaga persentase beras kepala tetap tinggi. Konsistensi kualitas menjadi kunci dalam mempertahankan kepercayaan konsumen. Peningkatan variabel ini juga mendukung upaya pemenuhan standar beras premium di Bali. Penggunaan teknologi yang tepat menjadi solusi dalam menjaga integritas butir beras selama proses pengolahan.

Persentase butir cacat (X5)

Persentase beras kepala menjadi indikator utama dalam menentukan mutu beras. Keberadaan butir patah, menir, dan beras kuning menurunkan kualitas visual serta nilai jual produk. Syarat utamanya meliputi kadar air rendah (umumnya maksimal sekitar 14%), persentase beras kepala tinggi (sekitar $\geq 85\%$), butir patah sangat sedikit, serta bebas dari kotoran dan benda asing. Selain itu, warna beras harus cerah, tidak kusam, dan memiliki derajat sosoh yang baik (BPN, 2023). Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa RMU yang belum menggunakan teknologi penyortiran modern memiliki tingkat butir cacat yang lebih tinggi. Penggunaan mesin *color sorter* mampu mengurangi jumlah butir cacat secara signifikan melalui proses pemisahan berbasis warna. Penurunan persentase butir cacat berdampak langsung pada peningkatan mutu beras (Mariyah et al., 2023).

Konsumen cenderung memilih beras yang bersih dan bebas dari cacat karena dianggap lebih berkualitas. Implikasi di lapangan menunjukkan bahwa pengendalian butir cacat menjadi salah satu fokus utama dalam proses produksi. Investasi pada teknologi penyortiran memberikan keuntungan dalam jangka panjang melalui peningkatan kualitas produk. Pengurangan butir cacat juga meningkatkan efisiensi distribusi karena produk lebih mudah diterima pasar (Putri & Mazwan, 2025). Peran teknologi menjadi sangat penting dalam menekan tingkat cacat secara konsisten. Peningkatan kualitas beras melalui pengurangan butir cacat mendukung daya saing produk lokal di pasar yang semakin kompetitif.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan mesin *color sorter* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan mutu beras. Variabel intensitas penggunaan dan persentase beras kepala memberikan pengaruh positif paling besar, sedangkan kadar air dan persentase butir cacat berpengaruh negatif. Derajat sosoh juga berkontribusi positif terhadap kualitas visual beras. Nilai R-square sebesar 0,72 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sebagian besar variasi mutu beras. Hasil ini menegaskan bahwa kombinasi teknologi *color sorter* dan pengelolaan pascapanen yang baik mampu meningkatkan kualitas beras serta daya saing produk lokal di pasar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan bahwa pelaku *Rice Milling Unit* (RMU) perlu meningkatkan intensitas penggunaan mesin *color sorter* secara optimal dan konsisten, memperbaiki pengendalian kadar air melalui penggunaan alat pengering modern, menyesuaikan pengaturan derajat sosoh dengan kebutuhan pasar beras premium, meningkatkan proses penggilingan untuk memaksimalkan persentase beras kepala, serta melakukan investasi teknologi penyortiran guna menekan jumlah butir cacat secara berkelanjutan dan meningkatkan daya saing produk beras di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alameri, K. J., Ramadhan, A. J., Fatlawi, A., and Idan, Z. S. 2024) Design of a new sorting colors system based on PLC, TIA portal, and factory I/O programs. *Open Engineering*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0547>
- Alfred, R., Obit, J. H., Chin, C. P. Y., Haviluddin, H., and Lim, Y. 2021. Towards paddy rice smart farming: A review on big data, machine learning, and rice production tasks. *IEEE Access*, 9, 50358–50380. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069449>
- Almaududi, S., Sembiring, B., Saputra, Z., Layanan, K., dan Anggota, P. 2024. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati Dalam Agroekosistem Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(1), 1861–1864.
- Bangun, I. H., Sembiring, R., Ruddramker, C., and 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>
- BPN. 2023. Panduan Implementasi Persyaratan Mutu dan Label Beras, hlm. 1–50.
- BPS. 2023. Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023 Tahap II Edition 2 Kabupaten Malang, hlm. 1–200.
- BPS. 2025. Kabupaten Tabanan dalam Angka 2025, hlm. 1–300.
- Budihartini, N. K. S., Permana, I. D. G. M., dan Ina, P. T. 2018. Pengaruh Perbandingan Terigu Dan Bekatul Beras Merah Terhadap Karakteristik Mie Kering. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 7(4), 156–164.
- Cha, J. K., Park, H., Kwon, Y., Lee, S. M., Kim, J., Kim, W. J., Park, K., Jang, W., Lee, Y., Jin, B. J., Han, K., Oh, K. W., and Lee, J. H. 2025. Enhancing wheat quality through color sorting: a novel approach for classifying kernels based on vitreousness. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1534621>

- Cinar, I., and Koklu, M. 2022. Identification of Rice Varieties Using Machine Learning Algorithms. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 28(2), 307–325. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.862482>
- Dewi, R. K., and Paramarta, P. M. A. A. 2025. Multidimensional Sustainability Assessment Of Rice Farming Systems In Bali: Atrihitakarana-Based Approach For Traditional Agricultural Development. *Lex Localis – Journal of Local Self-Government*, 23(10).
- Elwakeel, A. E., Mazrou, Y. S. A., Tantawy, A. A., Okasha, A. M., Elmetwalli, A. H., Elsayed, S., and Makhoulf, A. H. 2023. Designing, Optimizing, and Validating a Low-Cost, Multi-Purpose, Automatic System-Based RGB Color Sensor for Sorting Fruits. *Agriculture (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/agriculture13091824>
- Feng, Y., Zhao, X., Tian, R., Liang, C., Liu, J., and Fan, X. 2024. Research on an Intelligent Seed-Sorting Method and Sorter Based on Machine Vision and Lightweight YOLOv5n. *Agronomy*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy14091953>
- Gomes, H. G. M. F., Matos, M. A. A., and Tarelho, L. A. C. 2023. Influence of Oxygen/Steam Addition on the Quality of Producer Gas during Direct (Air) Gasification of Residual Forest Biomass. *Energies*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/en16052427>
- Indrianisa, N. L., Mekse, G., and Arisena, K. 2025. The Influence of the Implementation of Business Ethics on the Sustainability of Candikuning Traditional Market Traders. *Ecoment Global Journal*, 10(1). <https://www.aeaweb.org/jel/guide/jel.php>
- Junaedi, M., Kuswanti Suwarsinah Daryanto, H., Marulitua Sinaga, B., and Hartoyo, S. 2016. Technical Efficiency and The Technology Gap in Wetland Rice Farming in Indonesia: a Meta-frontier Analysis. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 4(2), 39–50. <http://ageconsearch.umn.edu>
- Krey, E. J., and Dananjaya, I. 2024. The Influence of Product Quality and Price on Purchasing Decisions of Glad2glow Skincare Products. *Golden Ratio of Data in Summary*, 4(2), 740–747. <https://doi.org/10.52970/grdis.v4i2.727>
- Kurade, C., Meenu, M., Kalra, S., Miglani, A., Neelapu, B. C., Yu, Y., and Ramaswamy, H. S. 2023. An Automated Image Processing Module for Quality Evaluation of Milled Rice. *Foods*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/foods12061273>
- Lu, Y., Wang, J., Fu, L., Yu, L., and Liu, Q. 2023. High-throughput and separating-free phenotyping method for on-panicle rice grains based on deep learning. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1219584>
- Mariyah, Mariati, R., and Arifin, E. H. Y. 2023. Analysis of Paddy Farming Performance in Tenggarong Seberang with Stochastic Frontier Analysis Approach. *ZIRAA'AH*, 50.
- Paramarta, P. M. A. A. 2024. Analisis Pengaruh Saluran Komunikasi dan Keadaan Penyuluh Terhadap Adopsi Inovasi Combine Harvester di Kabupaten Tabanan. *Jurnal Cendekia Ilmiah*, 3(6), 7627–7631.
- Paramarta, P. M. A. A., Darmawan, D. P., and Suardi, I. D. P. O. 2023. Adopsi Inovasi Combine Harvester Pada Subak di Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 11(1).
- Putri, R. M., and Mazwan, M. Z. 2025. Subak Paddy Cluster System on Agricultural Sustainability in Bengkel Village, Kediri District, Tabanan Regency, Bali. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*, 26(1), 1–14.
- Saleah, S. A., Lee, S. Y., Wijesinghe, R. E., Lee, J., Seong, D., Ravichandran, N. K., Jung, H. Y., Jeon, M., and Kim, J. 2022. Optical signal intensity incorporated rice seed cultivar classification using optical coherence tomography. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198.

- Sedana, G., Wirawan, K., and 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>
- Sitairesmi, T., Hairmansis, A., Widyastuti, Y., Rachmawati, Susanto, U., Wibowo, B. P., Widiastuti, M. L., Rumanti, I. A., Suwarno, W. B., and 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>
- Soedarwo, V. S. D., Tutik Sulistyowati, dan Belinda Dewi Regina. 2024. Penguatan kesadaran masyarakat pada pelestarian budaya subak di kawasan subak bengkel Kecamatan Kediri Kabupaten Tabanan-Bali. *BEMAS: Jurnal Bermasyarakat*, 4(2), 407–413. <https://doi.org/10.37373/bemas.v4i2.956>
- Sokudlor, N., Laloon, K., Junsiri, C., and Sudajan, S. 2023. Enhancing milled rice qualitative classification with machine learning techniques using morphological features of binary images. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 2978–2992. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2264533>
- Suamba, I. K., Sulastri, N. N., Wiguna, P. P. K., Arisena, G. M. K., Widhianthini, and 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>
- 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., and Fadwiwati, A. Y. 2023. The Transformation of Rice Crop Technology in Indonesia: Innovation and Sustainable Food Security. *Agronomy*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy13010001>
- Widyawati, W., Hanani AR, N., Syafrial, S., and Sujarwo, S. 2025. Crafting the future of rice in Indonesia: sustainable supply through systems thinking. *Cogent Social Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2488113>