

RESPON PETANI TERHADAP INOVASI PEMANFAATAN SEKAM PADI SEBAGAI BIOE ALTERNATIF PADA KELOMPOK TANI SIDO MAKMUR DI DESA AMBOPI KABUPATEN KONAWE

Ade Sunaddi, Rosmawaty*, Mardin

Jurusan Penyuluhan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma,
Kendari, 93231, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

* **Corresponding Author:** rosmawaty_faperta@uho.ac.id

To cite this article:

Sunaddi, A., Rosmawaty, R., & Mardin, M. (2026). Respon Petani terhadap Inovasi Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bioe Alternatif pada Kelompok Tani Sido Makmur di Desa Ambopi Kabupaten Konawe. *JIIKPP (Jurnal Ilmiah Inovasi dan Komunikasi Pembangunan Pertanian)*, 5 (2), 346 – 363. <http://doi.org/10.56189/jiikpp.v5i3.50>

Received: 25 April 2026; **Accepted:** 05 Juli 2026; **Published:** 30 Juli 2026

ABSTRACT

The utilization of rice husk waste as an alternative bioenergy source is an innovative approach that has the potential to support environmentally friendly energy production while increasing the added value of agricultural waste. However, farmers' acceptance of this innovation is largely influenced by their perceptions of its characteristics. This study aimed to analyze farmers' responses to the innovation of utilizing rice husk as an alternative bioenergy source among members of the Sido Makmur Farmer Group in Ambopi Village, Tongauna Utara District, Konawe Regency. The study employed a descriptive qualitative approach supported by simple quantitative data. All 17 members of the Sido Makmur Farmer Group were selected as informants using a census technique. Data were collected through observation, structured interviews, and documentation. Data were analyzed using the interactive model developed by Miles and Huberman, which consists of data reduction, data display, and conclusion drawing. Farmers' responses were examined based on Rogers' five perceived characteristics of innovation, namely relative advantage, compatibility, complexity, trialability, and observability. The findings revealed that farmers showed positive responses toward the innovation of utilizing rice husk as an alternative bioenergy source. The innovation was perceived to reduce dependence on conventional energy sources, enhance the utilization of rice husk waste that had previously been considered to have little economic value, and provide a more environmentally friendly alternative energy source. In terms of compatibility, the innovation was considered appropriate for the local economic, socio-cultural, and environmental conditions because it utilizes abundant locally available raw materials. The perceived complexity of the innovation was relatively low since the required tools and materials were readily available and the production process was simple, although farmers' age and heavy daily workloads remained constraints for some respondents. Furthermore, the innovation could be easily tested on a small scale, and its benefits were readily observable, thereby strengthening farmers' confidence in accepting the innovation. The study concludes that the perceived characteristics of innovation, including relative advantage, compatibility with farmers' needs, ease of understanding, trialability, and observability, are the primary factors that foster positive farmer responses toward the utilization of rice husk as an alternative bioenergy source and have the potential to accelerate the adoption of this innovation in rural communities.

Keywords: *Alternative Bioenergy, Agricultural Waste, Farmers' Response, Innovation Diffusion, Rice Husk.*

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi padi sebagai komoditas pangan utama di Indonesia memberikan kontribusi penting terhadap ketahanan pangan nasional. Namun demikian, tingginya produksi padi juga diikuti dengan meningkatnya

jumlah limbah hasil penggilingan berupa sekam padi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sekam padi umumnya masih dipandang sebagai limbah pertanian yang memiliki nilai ekonomi rendah sehingga sering dibakar secara terbuka atau dibiarkan menumpuk di sekitar lokasi penggilingan. Kondisi tersebut tidak hanya menyebabkan pencemaran lingkungan akibat emisi gas dan partikel debu, tetapi juga menunjukkan belum optimalnya pemanfaatan sumber daya lokal yang sebenarnya memiliki potensi sebagai bahan baku energi terbarukan (Fatah et al., 2021; Padapi, 2022). Oleh karena itu, pengembangan inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif menjadi salah satu upaya yang dapat mendukung pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan sekaligus memperkuat kemandirian energi masyarakat pedesaan.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi alternatif sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yang menekankan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam serta pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan (Elizabeth & Anugrah, 2020; Suyadi et al., 2024). Sekam padi memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar melalui teknologi sederhana, seperti kompor gasifikasi maupun briket arang sekam. Pengolahan limbah tersebut tidak hanya mampu mengurangi volume limbah pertanian, tetapi juga menghasilkan sumber energi yang lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta memiliki biaya produksi yang relatif rendah dibandingkan penggunaan energi konvensional. Pemanfaatan bioenergi berbasis limbah pertanian juga mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ketujuh mengenai energi bersih dan terjangkau (*Affordable and Clean Energy*) serta tujuan kedua belas mengenai konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (*Responsible Consumption and Production*) (Dwisari et al., 2023).

Berbagai inovasi pemanfaatan limbah pertanian telah banyak dikembangkan, tingkat keberhasilannya tidak hanya ditentukan oleh keunggulan teknologi yang dihasilkan, tetapi juga oleh sejauh mana inovasi tersebut diterima oleh masyarakat sebagai pengguna utama (Juwita et al., 2025; Akbar et al., 2025). Dalam kegiatan pembangunan pertanian, petani merupakan aktor utama yang menentukan berhasil atau tidaknya suatu inovasi diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Sebuah inovasi yang secara teknis dinilai sederhana dan menguntungkan belum tentu diadopsi apabila tidak sesuai dengan kebutuhan, pengalaman, kondisi sosial ekonomi, maupun kebiasaan petani. Sebaliknya, inovasi yang memberikan manfaat nyata, mudah dipahami, mudah dicoba, dan dapat diamati hasilnya akan memiliki peluang lebih besar untuk diterima dan diterapkan secara berkelanjutan (Sondakh et al., 2023). Kajian mengenai respon petani terhadap suatu inovasi menjadi aspek penting dalam mendukung keberhasilan proses difusi inovasi di tingkat masyarakat.

Desa Ambopi, Kecamatan Tongauna Utara, Kabupaten Konawe merupakan salah satu sentra produksi padi sawah di Sulawesi Tenggara yang menghasilkan limbah sekam padi dalam jumlah melimpah setiap musim panen. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kecamatan Tongauna Utara (2024), Desa Ambopi memiliki luas wilayah sekitar 4,61 km² dengan luas lahan sawah sekitar 280 ha yang mampu menghasilkan produksi padi sekitar 1.400 ton setiap musim panen. Tingginya produksi padi tersebut secara langsung menghasilkan limbah sekam dalam jumlah besar. Namun hingga saat ini, sebagian besar sekam padi masih dibuang atau dibakar secara terbuka sehingga belum memberikan nilai tambah bagi masyarakat maupun lingkungan. Di sisi lain, masyarakat masih bergantung pada sumber energi konvensional seperti kayu bakar dan gas LPG untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Ketergantungan tersebut menyebabkan masyarakat rentan terhadap fluktuasi harga maupun keterbatasan ketersediaan energi, padahal bahan baku energi alternatif tersedia melimpah di lingkungan sekitar (Mujakki et al., 2025).

Pemanfaatan sekam padi sebenarnya telah dilakukan oleh sebagian masyarakat, namun masih terbatas pada penggunaan tradisional sebagai media tanam, pupuk, maupun bahan penghangat kandang ternak. Pemanfaatan tersebut belum diarahkan pada pengolahan sekam menjadi sumber bioenergi yang memiliki nilai tambah ekonomi dan lingkungan (Susana et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi sekam padi sebagai sumber energi alternatif belum dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan pengetahuan, keterampilan, serta minimnya pengenalan teknologi yang sesuai dengan kondisi masyarakat setempat. Akibatnya, limbah sekam padi masih dipandang sebagai hasil samping yang kurang bernilai, padahal melalui inovasi teknologi sederhana limbah tersebut dapat diubah menjadi kompor gasifikasi maupun briket arang sekam yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi rumah tangga. Inovasi tersebut tidak hanya berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi, mengurangi pencemaran lingkungan, serta mendukung pengembangan energi terbarukan di tingkat masyarakat (Siringo-Ringo, 2024).

Keberhasilan suatu inovasi tidak hanya bergantung pada keunggulan teknologi yang diperkenalkan, tetapi juga dipengaruhi oleh bagaimana petani memberikan respon terhadap inovasi tersebut (Fajarini & Okdinawati,

2022; Firmansyah et al., 2024). Dalam perspektif difusi inovasi, respon petani merupakan tahapan awal yang menentukan keputusan seseorang untuk menerima atau menolak suatu inovasi. Respon tersebut dibentuk oleh persepsi petani terhadap karakteristik inovasi, seperti keuntungan relatif yang diperoleh dibandingkan teknologi sebelumnya, tingkat kesesuaian inovasi dengan kondisi sosial ekonomi dan budaya masyarakat, tingkat kerumitan dalam penerapan, kemudahan untuk diuji coba, serta kemudahan dalam mengamati hasil yang diperoleh. Persepsi positif terhadap karakteristik tersebut akan meningkatkan peluang adopsi inovasi, sedangkan persepsi negatif akan memperlambat bahkan menghambat proses penyebaran inovasi di kalangan petani. Oleh karena itu, memahami respon petani terhadap inovasi menjadi langkah penting dalam merancang strategi penyuluhan dan diseminasi teknologi yang lebih efektif.

Penelitian Arini et al (2025); Ikhwani et al (2025); Asfar et al (2023), mengenai pemanfaatan limbah sekam padi umumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis pengolahan bioenergi, efisiensi pembakaran, maupun karakteristik produk yang dihasilkan. Sementara itu, kajian Bancin et al (2024); Hidayati et al (2025) yang menempatkan petani sebagai subjek utama dalam proses penerimaan inovasi masih relatif terbatas. Padahal, keberhasilan implementasi inovasi di tingkat lapangan sangat dipengaruhi oleh kesiapan, persepsi, dan kemauan petani sebagai pengguna teknologi. Dengan demikian, terdapat kebutuhan untuk mengkaji bagaimana petani memberikan respon terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif berdasarkan karakteristik inovasi yang dikemukakan oleh Rogers. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mendorong maupun menghambat penerimaan inovasi di tingkat kelompok tani.

Penelitian ini akan mendeskripsikan potensi sekam padi sebagai sumber bioenergi alternatif, tetapi juga menganalisis respon petani terhadap inovasi tersebut melalui lima karakteristik inovasi, yaitu keuntungan relatif (*relative advantage*), kesesuaian (*compatibility*), kerumitan (*complexity*), kemungkinan untuk diuji coba (*trialability*), dan kemudahan diamati (*observability*). Pendekatan ini memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan inovasi oleh petani sehingga dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi pengembangan bioenergi berbasis limbah pertanian yang lebih adaptif terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat pedesaan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting karena tidak hanya menawarkan alternatif pemanfaatan limbah pertanian yang lebih produktif, tetapi juga memberikan pemahaman mengenai bagaimana petani merespons inovasi yang diperkenalkan. Informasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi penyuluh pertanian, pemerintah daerah, maupun lembaga terkait dalam menyusun program diseminasi teknologi yang lebih efektif sehingga inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif dapat diadopsi secara lebih luas oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon petani terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif pada Kelompok Tani Sido Makmur di Desa Ambopi Kecamatan Tongauna Utara Kabupaten Konawe berdasarkan karakteristik inovasi yang meliputi keuntungan relatif, kesesuaian, kerumitan, kemungkinan untuk diuji coba, dan kemudahan diamati.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kelompok Tani Sido Makmur, Desa Ambopi, Kecamatan Tongauna Utara, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan bahwa wilayah tersebut merupakan salah satu sentra produksi padi sawah yang menghasilkan limbah sekam padi dalam jumlah melimpah, namun pemanfaatannya sebagai sumber bioenergi alternatif masih sangat terbatas. Penelitian dilaksanakan selama enam bulan, yaitu mulai November 2025 hingga April 2026.

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan desain pra-eksperimental (*pre-experimental*) melalui *one group pretest-posttest design* yang didukung analisis kualitatif. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai respon petani sebelum dan sesudah diperkenalkannya inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kondisi awal, pelaksanaan demonstrasi inovasi berupa pembuatan dan penggunaan kompor gasifikasi serta briket arang sekam, pengamatan terhadap respon petani, dan evaluasi perubahan persepsi setelah petani memperoleh penjelasan serta menyaksikan secara langsung proses penerapan inovasi.

Populasi penelitian adalah seluruh anggota Kelompok Tani Sido Makmur yang berjumlah 17 orang. Mengingat jumlah populasi relatif kecil, teknik penentuan responden dilakukan menggunakan metode sensus, sehingga seluruh anggota kelompok tani dijadikan responden penelitian. Pendekatan sensus dipilih agar informasi

yang diperoleh mampu menggambarkan secara komprehensif respon seluruh anggota kelompok terhadap inovasi yang diperkenalkan.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur menggunakan pedoman wawancara, serta dokumentasi selama pelaksanaan penelitian. Wawancara dilakukan dua kali, yaitu sebelum pelaksanaan demonstrasi inovasi (*pretest*) untuk mengetahui persepsi awal petani, dan setelah kegiatan demonstrasi (*posttest*) untuk mengidentifikasi perubahan respon petani terhadap inovasi. Data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), dokumen pemerintah desa, laporan instansi terkait, serta berbagai artikel ilmiah yang relevan dengan pemanfaatan limbah pertanian dan difusi inovasi.

Instrumen penelitian disusun berdasarkan lima karakteristik inovasi yang dikemukakan oleh Rogers (2003); Dewi et al (2023) yang meliputi keuntungan relatif (*relative advantage*), kesesuaian (*compatibility*), kerumitan (*complexity*), kemungkinan untuk diuji coba (*trialability*), dan kemudahan diamati (*observability*). Kelima karakteristik tersebut digunakan sebagai indikator dalam mengevaluasi respon petani terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif. Selain itu, observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian antara persepsi petani dengan kondisi aktual selama proses demonstrasi inovasi.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengintegrasikan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis mengikuti model interaktif Miles & Huberman (1994) yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi informasi yang relevan sesuai tujuan penelitian, kemudian data disajikan dalam bentuk narasi deskriptif, tabel, dan dokumentasi visual untuk mempermudah interpretasi. Selanjutnya, penarikan kesimpulan dilakukan melalui proses verifikasi secara terus-menerus terhadap seluruh data yang diperoleh hingga diperoleh gambaran yang utuh mengenai respon petani terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif. Untuk memperkuat interpretasi hasil, respon petani pada setiap karakteristik inovasi dikategorikan ke dalam tiga bentuk, yaitu positif (+), netral (0), dan negatif (-) berdasarkan kesesuaian antara persepsi responden dan hasil pengamatan selama pelaksanaan demonstrasi inovasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Petani terhadap Inovasi Bioenergi Alternatif

Respon petani terhadap inovasi dapat diartikan sebagai sikap, persepsi, dan tindakan petani dalam menerima, menilai, serta mengadopsi suatu inovasi pertanian berdasarkan penilaian mereka terhadap lima karakteristik inovasi. Karakteristik inovasi tersebut, yaitu keunggulan relatif, kesesuaian, kerumitan, kemudahan untuk dicoba, dan kemudahan untuk diamati. Berikut adalah hasil respon berdasarkan berbagai aspek, baik dari segi respon petani maupun hasil aktual yang telah dicapai di lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Respon Petani terhadap Inovasi Bioenergi Alternatif

	Pratest		Posttest	
	Persepsi Petani	Hasil Aktual	Persepsi Petani	Hasil Aktual
Keuntungan Relatif	0 (n=17)	0 (n=17)	+(n=17)	+(n=17)
Kesesuaian	0 (n=17)	0 (n=17)	+(n= 17)	+(n= 17)
Kerumitan	0 (n=17)	0 (n=17)	+(n=15) -(n= 2)	+(n=15) -(n= 2)
Kemungkinan Dicoba	0 (n=17)	0 (n=17)	+(n=17)	+(n=17)
Kemudahan Diamati	0 (n=17)	0 (n=17)	+(n=17)	+(n=17)

Keterangan :

- + (Tambah) digunakan untuk menandai respon petani maupun hasil aktual yang positif.
- - (Kurang) digunakan untuk menandai respon petani maupun hasil aktual yang negatif.
- 0 (Nol) menunjukkan tidak ada respon petani dan hasil aktual terhadap inovasi.

Sumber : Hasil Olah Data Primer 2025.

Tabel 1 menunjukkan bahwa respon petani dan hasil aktual sebelum inovasi diperkenalkan dan sesudah inovasi diperkenalkan. Penilaian dilakukan pada dua area utama yaitu pretest dan posttest. Lima aspek dinilai berdasarkan keuntungan relatif, kesesuaian, kerumitan, kemungkinan dicoba, dan kemudahan diamati. Setiap

aspek mendapat nilai, untuk tanda tambah (+) menandakan respon petani dan hasil aktual yang positif sementara tanda kurang (-) menandakan respon petani dan hasil aktual yang negatif dan tanda nol (0) menandakan tidak ada respon dan hasil aktual dari petani. Secara keseluruhan, tabel ini mengindikasikan bahwa inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif dianggap berhasil dan menguntungkan dari berbagai sudut pandang.

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebelum inovasi diperkenalkan, petani belum memberikan respon atau diberikan simbol nol (0) dikarenakan masih belum mengetahui terkait inovasi bioenergi alternatif berbasis sekam padi. Setelah petani diberikan penjelasan mengenai inovasi bioenergi alternatif berbasis sekam, petani langsung memberikan respon positif dengan di berikan simbol tanda tambah (+) dikarenakan inovasi ini sangat simple dan mudah untuk dipraktikkan dan bahan yang dibutuhkan sudah terdapat di lokasi. Tetapi, terdapat beberapa petani yang memberikan respon negatif dengan diberikan simbol kurang (-) dikarenakan banyaknya aktivitas dan terhalang faktor usia. Adapun pembahasannya dapat diuraikan sebagai berikut.

Keuntungan Relatif (Relative Advantage)

Keuntungan relatif dalam inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif merujuk pada sejauh mana inovasi tersebut dipersepsikan dari aspek ekonomi, sosial, kenyamanan, kepuasan maupun manfaat lingkungan. Menurut Rogers, suatu inovasi akan lebih cepat diadopsi apabila dianggap mampu memberikan manfaat ekonomi, efisiensi biaya, serta nilai tambah yang lebih besar dibandingkan praktik sebelumnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keuntungan relatif inovasi pemanfaatan sekam padi memperoleh penilaian tambah (+), baik berdasarkan respon petani maupun hasil aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa petani mulai melihat adanya nilai tambah dari limbah sekam padi yang sebelumnya hanya dianggap sebagai bahan sisa tanpa manfaat ekonomi yang signifikan. Keselarasan antara persepsi petani dan hasil aktual ini memperkuat keyakinan bahwa inovasi tersebut memiliki potensi manfaat nyata, sehingga menjadi salah satu faktor kunci dalam mendorong penerimaan inovasi secara lebih luas di kalangan petani. Contoh pemanfaatan limbah sekam padi yang dimanfaatkan sebagai kompor gasifikasi sekam dan briket arang sekam ditunjukkan pada Gambar 1.

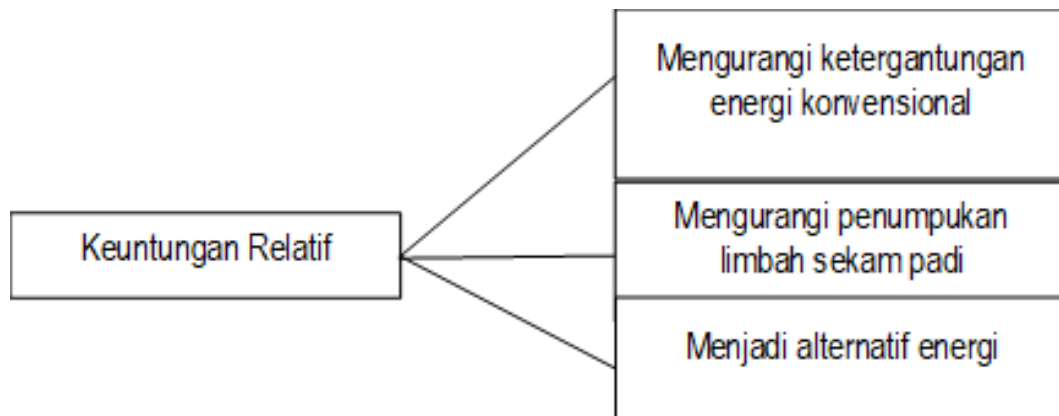


Gambar 1. Inovasi Bioenergi Alternatif

Berikut penilaian positif terhadap keuntungan relatif juga tercermin dari pernyataan informan berdasarkan hasil wawancara bersama bapak wayan selaku ketua kelompok tani dan Bapak Sukiman selaku anggota kelompok tani, 7 Desember 2025 sebagai berikut.

"Saya memang belum pernah menggunakan bioenergi alternatif dari sekam padi, tetapi kalau dilihat dari penjelasan, sepertinya bisa mengurangi ketergantungan akan penggunaan gas. Sekam di Desa Ambopi sangat banyak dan mudah didapat, jadi kemungkinan biaya bahan bakar bisa lebih hemat. Kalau nanti alatnya mudah dipakai dan tidak ribet, saya tertarik untuk mencoba. Paling tidak bisa mengurangi pengeluaran sehari-hari. Menurut saya, selain hemat ini juga dapat menjaga lingkungan dari penumpukan limbah dan menjadi alternatif energi jadi dapat memberikan keuntungan baik bagi petani/masyarakat dan lingkungan"

Berdasarkan pernyataan informan dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Keuntungan Relatif

Hasil observasi dan wawancara dengan informan, dalam konteks pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif, petani memberikan respon bahwa inovasi ini tidak hanya dipandang sebagai solusi teknis dalam pemenuhan kebutuhan energi rumah tangga, tetapi juga sebagai upaya strategis dalam mengoptimalkan limbah pertanian menjadi sumber daya yang bernilai guna. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji bagaimana inovasi ini dipersepsikan oleh petani, khususnya dari segi manfaat dan keunggulan yang dirasakan. Berikut ini adalah keuntungan relatif dari pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif sebagai berikut.

Keuntungan Relatif Mengurangi Ketergantungan Energi Konvensional

Inovasi bioenergi alternatif memberikan keuntungan relatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional. Pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi alternatif membantu masyarakat, khususnya petani, untuk tidak sepenuhnya bergantung pada gas LPG atau bahan bakar fosil lainnya (Dewi et al., 2026). Dengan adanya sumber energi alternatif yang berasal dari limbah pertanian sendiri, petani memiliki pilihan energi yang lebih mandiri dan berkelanjutan. Hal ini juga dapat membantu mengurangi beban pengeluaran rumah tangga akibat kenaikan harga bahan bakar konvensional. Berdasarkan pernyataan tersebut menunjukkan bahwa inovasi ini memberikan persepsi penghematan biaya sekaligus meningkatkan kemandirian energi rumah tangga. Rogers (2003); Yang et al (2018), bahwa persepsi keuntungan ekonomi merupakan salah satu faktor utama yang mempercepat adopsi inovasi.

Pengurangan penggunaan energi konvensional dapat dihitung dengan membandingkan konsumsi bahan bakar seperti LPG sebelum dan sesudah pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi alternatif. Berdasarkan perhitungan potensi bahan baku, dari 5 ton Gabah Kering Giling (GKG) dapat dihasilkan sekitar 1 ton limbah sekam padi. Jika dalam penggunaan kompor gasifikasi dibutuhkan sekitar 2 kg sekam untuk menghasilkan api selama 1 jam, maka 1 ton sekam (1.000 kg) dapat digunakan hingga ± 500 jam waktu memasak. Apabila dikonversikan dalam kebutuhan rumah tangga, jumlah tersebut dapat menggantikan sebagian besar penggunaan LPG. Misalnya, sebelum menggunakan sekam padi, rata-rata konsumsi LPG rumah tangga mencapai 3 kg per minggu. Setelah memanfaatkan sekam sebagai bahan bakar alternatif, penggunaan LPG dapat berkurang menjadi sekitar 1–1,5 kg per minggu, tergantung intensitas penggunaan kompor gasifikasi.

Keuntungan relatif dari aspek ini tercermin pada meningkatnya kemandirian energi rumah tangga petani dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Selama ini, pemenuhan kebutuhan energi untuk memasak dan aktivitas domestik lainnya masih didominasi oleh penggunaan gas LPG dan kayu bakar, yang kerap menimbulkan permasalahan ketika terjadi kelangkaan distribusi, kenaikan harga, maupun keterbatasan akses di wilayah pedesaan. Pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif memungkinkan petani untuk mengoptimalkan sumber daya lokal yang tersedia di lingkungan sekitar, sehingga tidak sepenuhnya bergantung pada energi konvensional (Widyasari et al., 2024). Kondisi ini tidak hanya berimplikasi pada pengurangan pengeluaran rutin rumah tangga, tetapi juga memperkuat ketahanan energi.

Keuntungan Relatif Mengurangi Penumpukan Limbah

Keuntungan relatif dapat mengurangi penumpukan sekam padi yang sebelumnya sering dianggap sebagai

limbah dan dibiarkan menumpuk atau dibakar secara terbuka, kini dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar yang bernilai guna. Pemanfaatan ini tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi limbah, tetapi juga membantu menjaga kebersihan lingkungan serta mengurangi pencemaran udara akibat pembakaran terbuka. Pernyataan ini menunjukkan bahwa inovasi tidak hanya memiliki nilai ekonomi, tetapi juga memberikan manfaat lingkungan. Nugraha et al (2025), menekankan bahwa inovasi yang memberikan manfaat nyata dan dapat dirasakan langsung oleh pengguna cenderung memiliki tingkat adopsi yang lebih tinggi.

Sekam padi merupakan limbah hasil penggilingan padi yang jumlahnya cukup besar di daerah sentra produksi pertanian. Selama ini, sekam sering kali hanya dibuang, ditumpuk di sekitar penggilingan, atau dibakar secara terbuka yang berpotensi mencemari lingkungan. Melalui inovasi ini, sekam padi yang sebelumnya dianggap tidak bernilai ekonomi dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif yang bermanfaat. Transformasi limbah menjadi sumber energi menunjukkan adanya peningkatan nilai tambah (*value added*). Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya menyelesaikan persoalan limbah, tetapi juga mendukung konsep pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dari sisi sosial, lingkungan yang lebih bersih dan tertata dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar. Hal ini memperkuat persepsi positif terhadap inovasi karena manfaatnya dapat diamati secara langsung.

Keuntungan Relatif Sebagai Alternatif Energi

Inovasi ini memberikan solusi bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan energi rumah tangga jika terjadi kelangkaan gas atau kayu bakar. Sekam padi dapat digunakan sebagai solusi alternatif yang lebih mudah diperoleh, terutama di daerah sentra produksi padi. Dengan demikian, inovasi ini memberikan fleksibilitas dan ketahanan energi pada tingkat rumah tangga. Dalam teori difusi inovasi, semakin banyak fungsi dan manfaat tambahan yang dirasakan, maka persepsi keunggulan relatif akan semakin kuat (Garno et al., 2024). Hal ini memperbesar kemungkinan inovasi untuk diterima secara luas.

Keunggulan relatif lainnya adalah keberadaan sekam padi sebagai pilihan tambahan dalam memenuhi kebutuhan energi rumah tangga. Diversifikasi sumber energi ini memberikan fleksibilitas bagi masyarakat dalam menghadapi kondisi tertentu, seperti kenaikan harga gas atau keterbatasan kayu bakar. Sebagai alternatif, sekam padi memiliki kelebihan dari segi ketersediaan yang melimpah di daerah pertanian serta kemudahan akses bagi petani. Inovasi ini juga dapat digunakan sebagai energi cadangan ketika sumber energi utama tidak tersedia. Dari sudut pandang teori difusi inovasi, semakin banyak fungsi dan kegunaan yang dirasakan oleh pengguna, maka semakin tinggi persepsi keunggulan relatif suatu inovasi. Keberadaan alternatif ini meningkatkan rasa aman (*security*) dan kesiapsiagaan rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan energi.

Inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif menunjukkan keuntungan relatif yang signifikan, baik dari aspek ekonomi, lingkungan, maupun ketahanan energi rumah tangga. Inovasi ini menghemat penggunaan energi konvensional seperti LPG dan kayu bakar, sehingga menekan pengeluaran sekaligus meningkatkan kemandirian serta ketahanan energi di tingkat lokal. Di sisi lain, pengolahan sekam padi menjadi bahan bakar juga mengatasi permasalahan penumpukan limbah pertanian dengan menciptakan nilai tambah dan mengurangi pencemaran akibat pembakaran terbuka, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Selain itu, keberadaan sekam padi sebagai sumber energi alternatif memberikan fleksibilitas dan rasa aman bagi rumah tangga dalam menghadapi kelangkaan atau kenaikan harga bahan bakar. Dalam teori difusi inovasi, berbagai manfaat nyata yang dapat langsung dirasakan tersebut memperkuat persepsi keunggulan relatif, sehingga berpotensi mempercepat proses adopsi inovasi di kalangan masyarakat (Wahyudi, 2017).

Kesesuaian (Compatibility)

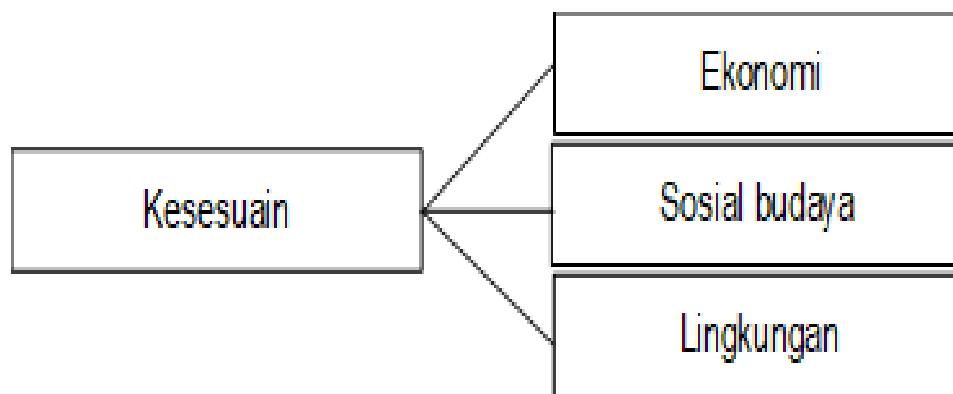
Kesesuaian (*compatibility*) dalam teori difusi inovasi menurut Rogers (2003) merujuk pada tingkat kecocokan suatu inovasi dengan nilai, pengalaman, kebiasaan, serta kebutuhan calon pengadopsi. Inovasi yang dinilai sesuai dengan kondisi sosial dan budaya pengguna cenderung lebih mudah diterima dan diadopsi (Suriani, 2018). Dalam penelitian ini, kesesuaian inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif dianalisis melalui respon petani sebelum dan sesudah inovasi diperkenalkan.

Pada tahap pra-test, seluruh informan tidak memberikan respon terhadap inovasi. Hal ini disebabkan karena bioenergi berbasis sekam padi belum diketahui dengan kebiasaan petani yang selama ini bergantung pada kayu bakar dan gas LPJ sebagai sumber energi utama rumah tangga. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa inovasi pada awalnya dipersepsikan belum selaras dengan pengalaman dan pola penggunaan energi yang sudah mengakar pada kehidupan petani. Namun, setelah inovasi diperkenalkan dan dijelaskan secara lebih rinci,

sebagian informan mulai menunjukkan respon positif. Petani yang memberikan respon positif menilai bahwa inovasi bioenergi dari sekam padi memiliki kesesuaian dengan kondisi Desa Ambopi, khususnya dari aspek ketersediaan bahan baku. Persepsi ini tercermin dalam pernyataan informan berdasarkan wawancara bersama Bapak Sueca dan Bapak Komang, 8 Desember 2025 sebagai berikut.

“Kalau dilihat dari penjelasannya, bioenergi dari sekam padi cocok dengan kondisi rumah tangga. Sekam padi sudah biasa ada setiap musim panen, jadi bahannya mudah didapat. Kegiatan memasak juga sudah terbiasa memakai kayu bakar atau gas, jadi kalau ada alat yang fungsinya sama dan cara pakainya tidak jauh berbeda, menurut saya bisa menyesuaikan dengan kebiasaan kami. Selama alatnya tidak menyulitkan dan bisa dipakai untuk kebutuhan sehari-hari, inovasi ini sepertinya cocok untuk diterapkan. Bisa jadi dengan inovasi ini dapat menghemat penggunaan gas LPJ dan kayu bakar dan inovasi ini juga sesuai dengan ekonomi, sosial budaya dan lingkungan”

Berdasarkan pernyataan informan dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram Kesesuaian

Gambaran 3, menunjukkan bahwa informan memandang inovasi bioenergi berbasis sekam padi bukan sebagai teknologi yang asing, melainkan sebagai solusi yang dekat dengan praktik kehidupan sehari-hari. Ernawatiningsih et al (2023); Rauf et al (2023), bahwa kondisi ini mencerminkan tingkat kesesuaian yang tinggi karena inovasi tidak bertentangan dengan nilai dan kebiasaan petani, melainkan berpotensi menghemat atau melengkapi sumber energi yang sudah ada dengan fungsi yang relatif sama. Berikut adalah kesesuaian inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif sebagai berikut.

Kesesuaian Berdasarkan Ekonomi

Pemanfaatan sekam padi dari sisi ekonomi sebagai bioenergi alternatif dinilai cukup sesuai dengan kondisi finansial masyarakat petani. Sebagian besar petani memiliki keterbatasan dalam hal pendapatan yang bergantung pada hasil panen. Oleh karena itu, inovasi yang tidak menambah beban biaya dan justru berpotensi menghemat pengeluaran akan lebih mudah diterima. Sekam padi merupakan limbah hasil penggilingan padi yang tersedia melimpah di wilayah pertanian. Selama ini, sekam sering kali tidak memiliki nilai ekonomi tinggi dan bahkan hanya dibuang atau dibakar.

Memanfaatkannya sebagai bahan bakar alternatif, petani dapat mengurangi pengeluaran untuk membeli gas LPG. Kondisi ini menunjukkan bahwa inovasi tersebut selaras dengan kebutuhan petani untuk meningkatkan efisiensi pengeluaran rumah tangga. Selain itu, penggunaan sekam sebagai sumber energi juga dinilai tidak memerlukan biaya operasional yang besar. Apabila alat yang digunakan relatif sederhana dan terjangkau, maka inovasi ini semakin sesuai dengan kemampuan ekonomi masyarakat. Dalam perspektif teori difusi inovasi, kesesuaian dengan kondisi ekonomi pengguna menjadi faktor penting dalam mempercepat proses adopsi (Aidhi et al., 2023; Soekandar & Pratiwi, 2023).

Kesesuaian Berdasarkan Sosial Budaya

Inovasi pemanfaatan sekam padi dari aspek sosial budaya dinilai tidak bertentangan dengan nilai dan kebiasaan masyarakat setempat. Masyarakat petani pada umumnya telah terbiasa memanfaatkan hasil samping

pertanian untuk berbagai kebutuhan, seperti jerami untuk pakan ternak atau sekam untuk pupuk dan media tanam. Oleh karena itu, penggunaan sekam sebagai bahan bakar bukanlah hal yang sepenuhnya baru dalam konteks pemanfaatan sumber daya lokal. Selain itu, sebagian masyarakat di pedesaan masih terbiasa menggunakan kayu bakar sebagai sumber energi untuk memasak. Penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar tidak menimbulkan perubahan perilaku yang terlalu drastis. Inovasi ini tetap berada dalam kerangka penggunaan bahan bakar berbasis biomassa, sehingga secara budaya lebih mudah diterima dibandingkan teknologi yang sepenuhnya asing bagi masyarakat (Ortiz et al., 2017; Dwinanto et al., 2025).

Kesesuaian Berdasarkan Lingkungan

Inovasi dilihat dari aspek lingkungan sangat sesuai dengan kondisi geografis dan sumber daya alam wilayah pertanian. Daerah sentra produksi padi umumnya menghasilkan sekam dalam jumlah besar setiap musim panen. Ketersediaan bahan baku yang melimpah menjadi faktor utama yang mendukung keberlanjutan inovasi ini (Ikhwani et al., 2025). Sebelum adanya pemanfaatan sebagai bioenergi, sekam padi sering kali hanya ditumpuk di sekitar penggilingan atau dibakar secara terbuka. Praktik tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran udara dan gangguan lingkungan. Dengan mengolah sekam menjadi bahan bakar alternatif, limbah pertanian dapat dimanfaatkan secara lebih produktif dan ramah lingkungan. Pemanfaatan sekam sebagai sumber energi terbarukan juga mendukung upaya pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil yang berdampak pada emisi gas rumah kaca. Inovasi ini tidak hanya sesuai dengan kondisi lingkungan setempat, tetapi juga mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi dari aspek ekonomi, sosial budaya, dan lingkungan. Secara ekonomi, inovasi ini selaras dengan kondisi finansial petani karena memanfaatkan limbah pertanian yang tersedia melimpah tanpa menambah beban biaya, bahkan berpotensi menghemat pengeluaran rumah tangga untuk pembelian LPG atau kayu bakar. Dari sisi sosial budaya, penggunaan sekam sebagai bahan bakar tidak bertentangan dengan kebiasaan masyarakat yang telah lama memanfaatkan hasil samping pertanian dan menggunakan biomassa sebagai sumber energi, sehingga tidak menimbulkan perubahan perilaku yang drastis. Sementara itu, dari aspek lingkungan, ketersediaan sekam yang melimpah di daerah sentra padi serta upaya pengolahannya menjadi energi alternatif membantu mengurangi penumpukan limbah dan pencemaran akibat pembakaran terbuka, sekaligus mendukung pemanfaatan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

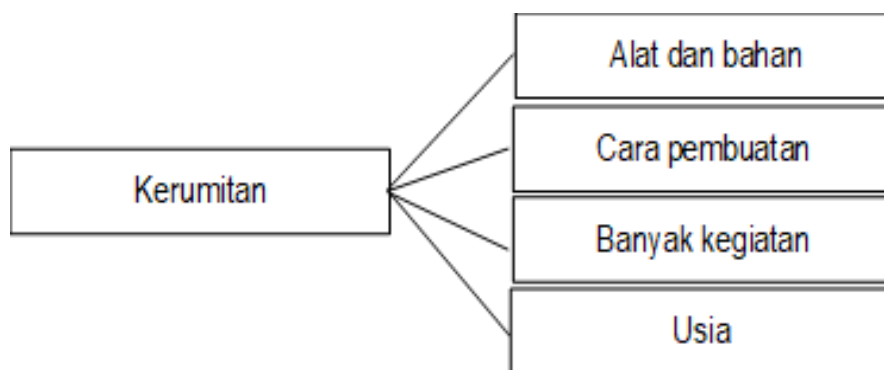
Kerumitan (Complexitas)

Kerumitan (*complexity*) dalam teori difusi inovasi menurut Rogers merujuk pada sejauh mana suatu inovasi dipersepsikan sulit untuk dipahami dan digunakan oleh calon pengadopsi. Rogers (2003); Hanif & Kusumastuti (2024), menjelaskan bahwa semakin tinggi tingkat kerumitan suatu inovasi, maka semakin lambat pula tingkat penerimaannya. Sebaliknya, inovasi yang mudah dipahami dan dioperasikan cenderung lebih cepat diadopsi oleh masyarakat.

Hasil pra-test menunjukkan bahwa seluruh informan belum memberikan respon terhadap inovasi dikarenakan belum diketahuinya tentang inovasi tersebut apakah sulit atau tidak. Namun, pada tahap post-test, sebagian besar informan mulai menunjukkan respon positif. Setelah memperoleh penjelasan dan melihat contoh penerapan inovasi, petani mulai memahami tahapan penggunaan alat, sehingga tingkat kerumitan yang dirasakan menjadi berkurang. Meskipun masih terdapat sebagian kecil informan yang merasa kesulitan dikarenakan faktor usia dan banyaknya kesibukan lainnya, secara umum inovasi dinilai lebih mudah dipahami setelah petani memperoleh informasi. Persepsi terhadap tingkat kerumitan inovasi tersebut tercermin dalam pernyataan informan berdasarkan wawancara bersama bapak Budi dan Bapak Wayan, 8 Desember 2025 sebagai berikut.

"Saya memang belum pernah pakai bioenergi dari sekam padi, jadi masih agak bingung bagaimana cara kerjanya. Kalau alat dan bahannya terlalu ribet atau banyak lalu langkah yang sulit, mungkin saya akan kesulitan untuk memakainya sendiri. Tapi kalau nanti ada panduan yang jelas, cara pakainya mudah, dan bisa dilakukan tanpa banyak waktu atau tenaga, saya pikir saya akan berani mencoba. Yang penting tidak merepotkan pekerjaan sehari-hari. Tapi setelah saya melihat penjelasan dari video terkait bioenergi alternatif ternyata sangat mudah untuk di dibuat dan dipahami"

Berdasarkan pernyataan informan maka dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Kerumitan

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa informan memandang inovasi bioenergi berbasis sekam padi menunjukkan beberapa faktor kerumitan. Kerumitan tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis semata, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi internal pelaku inovasi serta situasi kegiatan sehari-hari dan faktor usia.

Hasil wawancara bersama informan, diketahui bahwa tingkat kerumitan dalam inovasi bioenergi alternatif ini sebenarnya tidak terletak pada aspek teknis seperti alat, bahan, maupun tahapan pembuatannya. Para informan menilai bahwa peralatan yang digunakan relatif sederhana, bahan yang dibutuhkan mudah diperoleh di lingkungan sekitar, serta proses pembuatannya dapat dipahami setelah diberikan penjelasan atau contoh secara langsung. Namun demikian, yang menjadi faktor utama munculnya persepsi kerumitan justru berasal dari kondisi internal dan situasional para petani itu sendiri. Sebagian besar informan mengungkapkan bahwa banyaknya aktivitas dan tanggung jawab harian sebagai petani membuat mereka merasa kesulitan untuk menambah kegiatan baru di luar rutinitas utama mereka. Selain itu, faktor usia juga menjadi pertimbangan penting, terutama bagi petani yang sudah lanjut usia dan merasa kapasitas fisiknya tidak lagi sekuat dulu. Berikut adalah uraian lebih lanjut mengenai bentuk kerumitan dalam inovasi bioenergi alternatif sebagai berikut.

Alat

Proses pembuatan kompor gasifikasi sekam dan briket arang sekam, diperlukan beberapa alat pendukung untuk menunjang kelancaran kegiatan. Alat-alat ini digunakan mulai dari tahap persiapan, proses karbonisasi, hingga pencetakan briket. Rincian alat yang digunakan beserta jumlah dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Alat Pembuatan Inovasi Bioenergi Alternatif

No.	Alat	Jumlah	Fungsi	Gambar
1	Kaleng	1 buah	Sebagai kompor gasifikasi (wadah pembakaran sekam)	
2	Blower	1 buah	Mengalirkan udara/oksigen untuk pembakaran	
3	Dudukan panci	1 buah	Menopang panci saat memasak di atas kompor gasifikasi	

No.	Alat	Jumlah	Fungsi	Gambar
4	Gunting/pisau	1 buah	Untuk melubangi kaleng serta merapikan	
5	Baskom	1 buah	Wadah untuk mencampur arang sekam dan perekat	
6	Ayakan	1 buah	Menghaluskan dan menyaring arang sekam agar ukurannya beragam	
7	Pencetak briket	1 buah	Membentuk arang sekam	

Sumber: Hasil Olah Data Primer, 2025.

Tabel 2 berisi tentang alat yang telah disajikan, dapat diketahui bahwa seluruh peralatan yang digunakan dalam pembuatan kompor gasifikasi dan briket arang sekam tergolong sederhana dan mudah diperoleh. Kaleng berfungsi sebagai ruang pembakaran sekaligus tempat terjadinya proses gasifikasi sekam. Blower berperan penting dalam mengatur suplai oksigen agar proses pembakaran berlangsung optimal dan menghasilkan panas yang stabil. Dudukan panci digunakan untuk menopang wadah masak di atas kompor. Sementara itu, gunting atau pisau digunakan untuk memodifikasi kaleng dan membuat lubang ventilasi udara. Baskom berfungsi sebagai wadah pencampuran bahan briket, ayakan digunakan untuk menyeragamkan ukuran arang sekam agar lebih halus, dan pencetak briket digunakan untuk membentuk adonan menjadi padat dan seragam. Secara keseluruhan, alat yang digunakan tidak memerlukan teknologi tinggi sehingga mudah diterapkan di tingkat petani atau rumah tangga.

Bahan

Bahan menjadi komponen penting dalam proses pembuatan kompor gasifikasi dan briket arang sekam. Bahan yang digunakan dipilih berdasarkan ketersediaan di lingkungan sekitar, kemudahan untuk diperoleh oleh petani, serta perannya dalam mendukung proses pembakaran dan pencetakan briket agar menghasilkan kualitas yang baik. Pemilihan bahan yang tepat tidak hanya berpengaruh terhadap keberhasilan proses produksi, tetapi juga terhadap efisiensi biaya dan keberlanjutan inovasi tersebut di tingkat rumah tangga petani. Penggunaan bahan yang sederhana dan mudah dijangkau bertujuan agar inovasi ini dapat direplikasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada bahan yang mahal atau sulit didapatkan. Adapun daftar bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Bahan Pembuatan Inovasi Bioenergi Alternatif

No.	Bahan	Jumlah	Keterangan	Gambar
1	Sekam Padi	10 kg	Sebagai bahan baku utama	
2	Tepung Tapioka	1 kg	Sebagai perekat	

Sumber: Hasil Olah Data Primer, 2025.

Tabel 3 di atas, menunjukkan bahan utama yang digunakan adalah sekam padi dan tepung tapioka. Sekam padi berfungsi sebagai bahan bakar utama sekaligus bahan dasar pembuatan arang sekam. Ketersediaan sekam padi yang melimpah di daerah pertanian menjadikannya sumber energi alternatif yang potensial dan ekonomis. Tepung tapioka digunakan sebagai bahan perekat dalam proses pembuatan briket. Perekat ini berfungsi menyatukan partikel arang sekam agar dapat dipadatkan dan tidak mudah hancur. Kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan briket yang cukup padat, memiliki nilai kalor yang baik, dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

Cara Pembuatan Kompor Gasifikasi :

1. Kompor Gasifikasi Sekam
 - Siapkan 1 buah kaleng bekas ukuran besar (misalnya kaleng hungkue, cat atau susu).
 - Buat satu lubang agak besar di bagian bawah samping untuk tempat masuknya blower.
 - Pasang blower pada lubang tersebut agar udara bisa masuk ke dalam ruang pembakaran.
 - Pasang dudukan panci di bagian atas kaleng.
2. Cara Penggunaan Kompor Gasifikasi:
 - Masukkan sekam padi kering ke dalam kaleng hingga hampir penuh sekitar 2-5kg sekam padi.
 - Nyalakan api dari bagian atas sekam.
 - Hidupkan blower agar udara masuk dan membantu proses gasifikasi.
 - Tunggu hingga api stabil dan berwarna biru.
 - Kompor siap digunakan untuk memasak.
3. Pembuatan Briket Arang Sekam
 - Masukkan sekam padi ke dalam kompor gasifikasi.
 - Biarkan terbakar sebagian (proses karbonisasi).
 - Setelah sekam berubah menjadi arang (warna hitam), matikan api dengan menutup udara atau menyiram sedikit air.
 - Dinginkan arang sekam.
 - Ayak arang sekam agar halus dan seragam.
 - Campurkan arang sekam 10kg dengan tepung tapioka (± 1 kg) dan dilarutkan dengan air panas sekitar 5 liter sebagai perekat.
 - Aduk hingga menjadi adonan yang bisa dipadatkan.
 - Masukkan adonan ke dalam cetakan briket.
 - Tekan hingga padat lalu keluarkan dari cetakan.
 - Jemur briket di bawah sinar matahari selama 1–2 hari hingga kering.

Kerumitan dalam inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif tidak terletak pada alat dan bahan yang digunakan. Berdasarkan hasil wawancara, responden menyatakan bahwa alat dan bahan relatif sederhana serta mudah diperoleh. Proses pembuatan dan penggunaannya juga dapat dipahami setelah mendapatkan penjelasan atau melihat contoh secara langsung.

Persepsi kerumitan muncul karena banyaknya aktivitas atau pekerjaan harian responden di luar kegiatan

inovasi tersebut. Sebagian besar responden merupakan petani yang memiliki rutinitas padat, seperti bekerja di sawah, mengurus ternak, serta kegiatan rumah tangga. Kondisi ini membuat mereka merasa khawatir tidak memiliki cukup waktu dan tenaga untuk mencoba atau menerapkan inovasi baru, meskipun secara teknis inovasi tersebut tidak sulit. Selain itu, faktor usia juga memengaruhi persepsi kerumitan. Responden yang berusia lebih lanjut cenderung merasa lebih berhati-hati dan kurang percaya diri dalam mencoba hal baru. Keterbatasan fisik serta kebiasaan menggunakan cara tradisional membuat mereka menganggap inovasi tersebut berpotensi menambah beban pekerjaan. Adapun pernyataan dari informan berdasarkan wawancara bersama Bapak Sugiarta dan Bapak Andi, tanggal 8 Desember 2025 sebagai berikut.

"Bukan karena sulit, tetapi karena aktivitas sehari-hari saya sudah cukup banyak. Saya khawatir jika inovasi ini dijalankan tidak bisa maksimal. Sebenarnya saya sudah paham cara kerjanya setelah dijelaskan, hanya saja tenaga saya sudah tidak seperti dulu. Jadi kalau ada tambahan kegiatan, rasanya lebih cepat lelah."

Pernyataan informan dapat dipahami bahwa persepsi kerumitan tidak disebabkan oleh tingkat kesulitan teknis inovasi, melainkan oleh kondisi dan kapasitas individu dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Informan menegaskan bahwa ia telah memahami cara kerja inovasi setelah mendapatkan penjelasan, yang berarti secara kognitif inovasi ini tidak sulit untuk dipahami. Namun, keterbatasan tenaga serta padatnya rutinitas pekerjaan menjadi pertimbangan utama dalam memutuskan untuk mengadopsi inovasi tersebut.

Faktor usia dan beban kerja memiliki pengaruh terhadap tingkat penerimaan inovasi. Petani yang berusia lebih lanjut cenderung mempertimbangkan aspek fisik dan kemampuan tenaga sebelum mencoba kegiatan tambahan. Kerumitan dalam hal ini lebih bersifat situasional dan personal, bukan karena kompleksitas alat, bahan, maupun prosedur pelaksanaannya. Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam proses penyuluhan agar inovasi dapat disesuaikan dengan kemampuan dan waktu yang dimiliki oleh petani.

Rogers (2003), menyatakan bahwa kerumitan (*complexity*) merupakan persepsi individu terhadap tingkat kesulitan suatu inovasi untuk dipahami dan diterapkan. Dalam teori Difusi Inovasi, Rogers menekankan bahwa semakin tinggi tingkat kerumitan yang dirasakan oleh individu, maka semakin lambat pula proses adopsi inovasi tersebut. Artinya, yang menentukan bukan semata-mata tingkat kesulitan secara teknis, tetapi bagaimana inovasi itu dipersepsikan oleh calon pengguna (Badri, 2020; Yulita & Hidayat, 2021). Meskipun secara teknis inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif tergolong sederhana baik dari segi alat, bahan, maupun tahapan pembuatannya. Faktor usia dan padatnya aktivitas sehari-hari menyebabkan sebagian petani memandang inovasi tersebut sebagai tambahan beban pekerjaan. Dalam kegiatan penyuluhan dan pengembangan inovasi, penting untuk mempertimbangkan kondisi sosial dan karakteristik individu sasaran agar inovasi dapat diterima dan diterapkan secara berkelanjutan.

Kemungkinan Dicoba (Triabilitas)

Kemungkinan dicoba (*trialability*) dalam teori difusi inovasi menurut Rogers merujuk pada sejauh mana suatu inovasi dapat diuji coba dalam skala kecil sebelum diadopsi secara penuh. Rogers (2003); Himang et al (2020); Rochmaniah & Jariyah (2018), menegaskan bahwa inovasi yang dapat dicoba secara terbatas cenderung lebih mudah diterima, karena calon pengadopsi memiliki kesempatan untuk mengurangi ketidakpastian dan risiko sebelum mengambil keputusan penggunaan jangka panjang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum inovasi diperkenalkan, seluruh informan belum memiliki pengalaman mencoba pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif. Kondisi ini menyebabkan petani belum memiliki gambaran nyata mengenai cara kerja dan manfaat inovasi tersebut. Namun, setelah inovasi diperkenalkan, seluruh informan menunjukkan respon positif terhadap kemungkinan uji coba. Petani menilai bahwa inovasi ini relatif mudah diuji coba karena tidak memerlukan modal yang besar, bahan bakunya mudah diperoleh di lingkungan sekitar, serta proses penerapannya dapat dilakukan secara bertahap. Persepsi positif terhadap kemungkinan uji coba tersebut tercermin dalam pernyataan informan berdasarkan hasil wawancara bersama Bapak Putu dan Bapak Made, 8 Desember 2025 berikut.

"Dari penjelasan kelihatan mudah untuk dicoba, karena saya lihat alat dan bahannya mudah untuk didapat dan cara pembuatannya mudah dilakukan dan tidak sesulit yang dibayangkan. Kalau bisa dicoba dulu sedikit-sedikit, saya pasti mau coba. Dengan begitu, kita bisa lihat sendiri cara pakainya dan apakah benar-benar menghemat penggunaan kayu bakar dan gas. Kalau berhasil dan gampang dipakai, baru bisa rutin"

dipakai. Kalau dicoba dulu skala kecil, risikonya juga lebih kecil, jadi lebih aman buat petani atau ibu rumah tangga yang menggunakannya."

Pernyataan informan menunjukkan bahwa kesempatan untuk melakukan uji coba dalam skala kecil menjadi faktor penting dalam mendorong minat petani terhadap inovasi bioenergi berbasis sekam padi. Sudewi et al (2023); Prayoga et al (2021), bahwa uji coba berfungsi sebagai sarana pembelajaran awal yang memungkinkan calon pengadopsi memahami inovasi melalui pengalaman langsung, bukan hanya berdasarkan penjelasan teoritis.

Kemudahan penggunaan juga menjadi pertimbangan penting dalam tahap uji coba. Informan menegaskan bahwa apabila alat terbukti mudah digunakan dan tidak menyulitkan, maka peluang penggunaan secara rutin akan semakin besar. Sebaliknya, apabila dalam tahap uji coba inovasi dirasakan rumit, petani dapat menghentikan penggunaan tanpa mengalami kerugian yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa uji coba skala kecil berperan sebagai mekanisme seleksi alami sebelum inovasi diadopsi secara berkelanjutan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif memiliki tingkat kemungkinan diuji coba yang tinggi. Kesempatan untuk mencoba secara bertahap memberikan rasa aman, mengurangi risiko, serta meningkatkan kepercayaan petani terhadap inovasi. Rogers (2003); Lillestrom et al (2024); Natcher et al (2021), penyedia inovasi perlu memfasilitasi kegiatan uji coba, demonstrasi, dan penerapan skala kecil agar proses adopsi inovasi di kalangan petani dapat berlangsung lebih efektif dan berkelanjutan. Inovasi dengan tingkat *trialability* yang tinggi akan lebih mudah diterima. Uji coba memungkinkan petani untuk menilai manfaat inovasi berdasarkan pengalaman langsung, bukan hanya berdasarkan informasi. Kemampuan diuji coba menjadi faktor penting dalam mendorong minat awal petani terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif.

Kemudahan Diamati (Observabilitas)

Kemudahan diamati (*observability*) dalam teori difusi inovasi menurut Rogers merujuk pada sejauh mana hasil dari suatu inovasi dapat dilihat dan dirasakan secara langsung oleh calon pengadopsi. Rogers (2003); Overbye-Thompson & Hamilton (2025), bahwa inovasi yang hasilnya mudah diamati cenderung lebih cepat menyebar, karena manfaatnya dapat dibuktikan secara nyata dan mengurangi keraguan dalam proses pengambilan keputusan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap pra-test seluruh informan tidak memberikan respon terhadap inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif. Hal ini disebabkan karena petani belum melihat secara langsung hasil dan manfaat dari inovasi tersebut. Namun, setelah dijelaskan inovasi dan diperlihatkan kepada petani, seluruh informan menunjukkan respon positif. Kemudahan dalam mengamati hasil inovasi ini menjadi salah satu faktor penting yang mendorong meningkatnya penerimaan petani terhadap inovasi. Persepsi tersebut tercermin dalam pernyataan informan berdasarkan hasil wawancara bersama bapak Gede dan bapak Juni, 9 Desember 2025 berikut:

"kalau dari penjelasan, kompor sekam ini sangat mudah diamati karena pembuatannya sangat mudah dan tidak rumit, begitupun dengan briket. Kalau ada petani lain yang sudah pakai dan berhasil, saya pasti lebih yakin daripada cuma dengar penjelasan. Melihat sendiri manfaatnya, misalnya hemat biaya atau sekam tidak dibuang atau dibakar begitu saja, saya yakin banyak petani lain juga akan tertarik."

Pernyataan informan tersebut menunjukkan bahwa petani cenderung lebih mempercayai inovasi baru apabila dapat melihat bukti nyata dari pengalaman orang lain. Dalam konteks teori Rogers, kondisi ini mencerminkan pentingnya *observabilitas* dalam mengurangi ketidakpastian terhadap inovasi. Informasi yang diperoleh melalui pengalaman langsung atau melalui pengamatan terhadap petani lain yang telah berhasil menerapkan inovasi dinilai lebih meyakinkan dibandingkan penjelasan teoritis semata.

Informan menekankan manfaat praktis yang dapat diamati secara langsung, seperti penghematan biaya dan perubahan cara pandang terhadap sekam padi yang sebelumnya dianggap sebagai limbah. Manfaat yang terlihat dan dirasakan secara nyata memberikan dorongan psikologis bagi petani untuk mencoba dan mengadopsi inovasi. Hal ini menunjukkan bahwa *observabilitas* tidak hanya berkaitan dengan hasil fisik, tetapi juga dengan perubahan persepsi dan keyakinan petani terhadap nilai suatu inovasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi alternatif memiliki tingkat kemudahan diamati yang tinggi. Kejelasan manfaat yang dapat dilihat secara langsung, ditambah dengan adanya contoh keberhasilan dari petani lain, menjadi faktor penting dalam meningkatkan kepercayaan

dan minat petani terhadap inovasi. Strategi pengembangan dan penyebaran bioenergi berbasis sekam padi sebaiknya menekankan kegiatan demonstrasi lapangan, keterlibatan petani perintis, serta penyebaran pengalaman

Rogers (2003); Indraningsih (2017), bahwa inovasi yang hasilnya mudah diamati akan lebih cepat menyebar di masyarakat. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa rendahnya tingkat *observabilitas* menjadi salah satu penyebab lambatnya respon positif petani. Ketika manfaat inovasi belum terlihat secara nyata, maka kepercayaan petani juga belum terbentuk secara optimal. Demonstrasi penggunaan inovasi dan contoh keberhasilan nyata sangat diperlukan untuk meningkatkan observabilitas dan mempercepat proses adopsi inovasi.

KESIMPULAN

Respon petani terhadap inovasi bioenergi alternatif berbasis sekam padi tergolong positif. Mayoritas petani menerima inovasi ini karena dinilai memberikan keuntungan relatif, terutama dalam mengurangi ketergantungan energi konvensional, mengurangi penumpukan limbah dan menjadi alat alternatif ketika terjadi kelangkaan gas dan kayu bakar. Dari aspek kesesuaian, inovasi ini dianggap sesuai dengan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat. Namun, dalam aspek kerumitan, sebagian kecil petani menganggap inovasi ini sebagai tambahan beban pekerjaan, terutama karena faktor usia dan keterbatasan tenaga, meskipun secara teknis prosesnya tergolong sederhana. Dari segi kemampuan untuk diuji coba, inovasi ini tergolong mudah untuk dicoba dalam skala kecil tanpa harus mengeluarkan biaya besar. Hal ini meningkatkan keyakinan petani karena risiko yang ditanggung relatif kecil. Sementara itu, dari aspek kemampuan untuk diamati, hasil inovasi dapat dilihat secara langsung, baik dari proses pembakaran yang lebih tahan lama maupun dari pemanfaatan abu sekam sebagai pupuk. Dampak dan manfaat inovasi dapat diamati secara nyata oleh petani lain, sehingga mendorong timbulnya ketertarikan dan potensi adopsi yang lebih luas.

REFERENSI

- Akbar, A., Dijaya, R., Nurmalasari, I. R., & Rumefti, U. (2025). Inovasi Agrofeedtech: Transformasi Limbah Pertanian Menjadi Pakan Ternak Untuk Ketahanan Pangan. *DedikasiMU: Journal of Community Service*, 7(4), 501-510. <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v7i4.10957>
- Aidhi, A., Harahap, M. A. K., Rukmana, A. Y., & Bakri, A. A. (2023). Peningkatan daya saing ekonomi melalui peranan inovasi. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(02), 118-134.
- Arini, S. F. M., Purwandhini, A. S., Hidayah, A. R., Fauzi, A., Qurtubi, M., Pudjiastutik, E. W., Mawardi, M., & Zuniana, Q. (2025). Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Sebagai Arang Sekam Untuk Meningkatkan Pendapatan Dan Kemandirian Ekonomi Masyarakat. *Mimbar Integritas: Jurnal Pengabdian*, 5(1), 222-234. <https://doi.org/10.36841/mimbarintegritas.v5i1.7395>
- Asfar, A. M. I. A., Asfar, A. M. I. T., Ridwan, R., Damayanti, J. D., Mukhsen, M. I., & Budianto, E. (2023). Bio-Arang Briket Dari Limbah Sekam Padi Melalui Olah Latih Kelompok Tani Eccengnge'. *Prosiding Konferensi Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 21-28.
- Badan Pusat Statistik Kecamatan Tongauna Utara. (2024). Kecamatan Tongauna Utara dalam Angka. Unaaha.
- BPS Kab. KonaweDwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan energi matahari: masa depan energi terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 376-384. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3322>
- Badri, M. (2020). Adopsi inovasi aplikasi dompet digital di Kota Pekanbaru. *Inovbiz: Jurnal Inovasi Bisnis*, 8(1), 120-127.
- Bancin, H. D., Ekawati, E., Rizieq, R., & Ellyta, E. (2024). Sustainability of adoption of new improved rice variety innovation in West Kalimantan Coastal Areas: Review of social and cultural aspects. *Agro Ekon*, 35, 63-77.
- Dewi, D. E., Cahyani, P. A., & Megawati, L. R. (2023). Increasing adoption of the internet of things in Indonesian agriculture based on a review of everett Rogers' diffusion theory of innovation. In *Business Innovation and*

- Engineering Conference (BIEC 2022)* (pp. 303-309). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-144-9_29
- Dewi, G. K., Yulianawati, D., & Firna, A. (2026). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Briket (Briseka) Sebagai Bentuk Peningkatan UMKM. *Baktimu*, 6(1). <https://doi.org/10.37874/bm.v6i1.1816>
- Dwinanto, M. M., Koehuan, V. A., Goetha, S., & Sundari, W. (2025). Diseminasi Dan Alih Teknologi Kompor Sekam Padi Sistem Kontinyu Bagi Keluarga Prasejahtera. *Jurnal Abdi Insani*, 12(11), 5824-5833. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i11.2981>
- Elizabeth, R., & Anugrah, I. S. (2020). Pertanian bioindustri meningkatkan daya saing produk agroindustri dan pembangunan pertanian berkelanjutan. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(2), 871.
- Elizabeth, R. (2021). Pemakaian biogas: Hemat biaya bahan bakar dan tambahan pendapatan rumah tangga mendukung ketahanan energi. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, 8(3). <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v8i3.28067>
- Ernawatiningsih, N. P. L., Budhi, M. K. S., Marhaeni, A. A. N., & Yuliarmi, N. N. (2023). Improving Farmers Welfare By Enhancing The Ability Of Information Technology Adoption: An Event Study Of Food Crisis'threat. *Journal of the Community Development in Asia (JCDA)*, 6(1), 100-109.
- Fajarini, P. F., & Okdinawati, L. (2022). Challenges and the opportunities of community-based innovation in Indonesia. *Humaniora*, 13(3), 247-253.
- Fatah, R., Sulisty, S., & Umardani, Y. (2021). Karakterisasi Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Hasil Pembakaran Sekam Padi. *J. Tek. Mesin*, 9(4), 565-570.
- Firmansyah, A., Sumardjo, S., Fatchiya, A., & Sadono, D. (2024). Empowering environmentally friendly farmer communities: social innovation to support sustainable agriculture. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1359, No. 1, p. 012050). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1359/1/012050
- Garno, G., Jaman, J. H., & Voutama, A. (2024). Inovasi Briket Arang dari Jerami Padi sebagai Solusi Ramah Lingkungan dalam Mendukung Energi Terbarukan. *Jurnal Pemberdayaan Komunitas MH Thamrin*, 6(1), 10-21. <https://doi.org/10.37012/jpkmht.v6i1.2021>
- Hanif, A. F., & Kusumastuti, A. E. (2024). Adopsi Inovasi Peternak Plasma Broiler PT. Pitik Digital Indonesia Program Bertani untuk Negeri terhadap Penerapan Sapta Usaha Ternak. *Jurnal Peternakan*, 21(1), 15-32.
- Hidayati, F., Syahni, R., Suliansyah, I., & Tanjung, H. B. (2025). Adoption of agricultural technology innovation in Indonesia: Challenges and alternative solutions. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 12(1), 329-348. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v12i1.8646>
- Himang, C., Ocampo, L., Obiso, J. J., Bongo, M., Caballes, S. A., Abellana, D. P., Deocar, C., & Ancheta, R. (2020). Defining stages of the Industry 4.0 adoption via indicator sets. *Engineering Management in Production and Services*, 12(2), 32-55. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0010>
- Ikhwan, M., Nisa, F., Nurfebruary, N. S., Rosnita, L., Rachman, A., & Azhari, M. (2025). Peningkatan Nilai Ekonomi Limbah Sekam Padi Melalui Pelatihan Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal Malikussaleh Mengabdikan*, 4(1), 49-57. <https://doi.org/10.29103/jmm.v4i1.21529>
- Indraningsih, K. S. (2017). Strategi diseminasi inovasi pertanian dalam mendukung pembangunan pertanian. In *Forum Penelitian Agro Ekonomi* (Vol. 35, No. 2, pp. 107-123).
- Juwita, R., Manggara, A. B., Suharti, S., Aprilia, A. R., Al Farobi, R. N., Sari, D. L., Aini, N. I., & Anto, A. (2025). Corn cob innovation into janggel mushroom media and solid organic fertilizer in Gembongan Village. *Community Empowerment*, 10(9), 1848-1860. <https://doi.org/10.31603/ce.14684>
- Lillestrøm, V., Haddara, M., & Langseth, M. (2024). Unlocking the potentials of iot adoption in agriculture: Insights

- from norwegian farmers. *Procedia Computer Science*, 239, 1015-1026. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.265>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Mujakki, M. A., Purnama, S. I., Prasetyo, N. B., Aditya, M. R., Puspita, A. D., & Farkhan, M. (2025). Analisis Potensi Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Media Tanam dan Biosilika Di Desa Kemuning Sidoarjo. *Among: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 1–11.
- Natcher, D., Ingram, S., Solotki, R., Burgess, C., Kulshreshtha, S., & Vold, L. (2021). Assessing the constraints to the adoption of containerized agriculture in Northern Canada. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 643366. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.643366>
- Nugraha, M. S. A., Suryati, E., & Heryanto, T. (2025). Implementation Of Rocket Stove As An Environmentally Friendly Waste Management Innovation In The Green Village Program Of Cibaregbeg Village. *Inaba of Community Services Journal*, 4(2), 49-58. <https://doi.org/10.56956/inacos.v4i2.526>
- Ortiz, W., Terrapon-Pfaff, J., & Dienst, C. (2017). Understanding the diffusion of domestic biogas technologies. Systematic conceptualisation of existing evidence from developing and emerging countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1287-1299. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.090>
- Overbye-Thompson, H., & Hamilton, K. A. (2025). A diffusion of innovations measurement scale for reinvention, relative advantage, compatibility, complexity, trialability and observability. *PLoS One*, 20(10), e0334616. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0334616>
- Padapi, A. (2022). Penyuluhan optimalisasi nilai tambah sekam padi sebagai briket arang di Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan. *MALLOMO: Journal of Community Service*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.55678/mallomo.v3i1.741>
- Prayoga, M. K., Setiawati, M. R., Stöber, S., Adinata, K., Rachmadi, M., & Simarmata, T. (2021). Climate field schools to increase farmers' adaptive capacity to climate change in the southern coastline of Java. *Open Agriculture*, 6(1), 192-201. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0002>
- Rauf, A. R., Inanka, A. P., Anwar, A., & Dewi, F. (2023, May). Smart Technology Adoption in Food Supply Chain to Tackle Climate Change: Practice in Small-Holder Farmers and SME. In *Business Innovation and Engineering Conference (BIEC 2022)* (pp. 317-324). Atlantis Press.
- Rochmaniah, A., & Jariyah, A. (2018). Difusi Inovasi "Program Desa Melangkah" Di Desa Kenongo Kecamatan Tulangan Kabupaten Sidoarjo. *Acta Diurna: Jurnal Ilmu Komunikasi*, 14(2), 168-179.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Siringo-Ringo, M. (2024). Kebijakan energi dan dampak lingkungan: Menuju model berkelanjutan. *Circle Archive*, 1(5), 22-34.
- Soekandar, A. J., & Pratiwi, P. (2023). Difusi inovasi untuk keberlanjutan bisnis ritel kecil: Strategi pemasaran digital. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi Dan Bisnis*, 2(1), 81-99. <https://doi.org/10.51903/jimeb.v2i1.596>
- Sondakh, J. O., Da Silva, H., Rembang, H. J., Lintang, M., Markus Rawung, B. J., Joseph, H. G., Hutapea, R. T. P., Wamaer, D., & Mahendri, I. G. A. P. (2023). Analysis of the Adoption Rate of Lowland Rice Technology in Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi Province. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 444, p. 01006). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344401006>
- Sudewi, S., Sayani, R., Jaya, K., & Renaldi & Saleh, A. R. (2023). Study of Interest of Farmer Group Like Forward in The Use of *Trichoderma asperellum* in Rice Cultivation in Bomba Village, Sigi District. *Agrotech Sci. Journal*, 9 (1), 38-49.

- Suriani, J. (2018). Difusi Inovasi Dan Sistem Adopsi Program Siasy (Studi Aplikasi Siasy Pada Pelayanan Mahasiswa Fakultas Dakwah Dan Komunikasi Uin Suska Riau). *Komunikasiana: Journal of Communication Studies*, 1(1).
- Susana, I. G. B., Adhi, I. G. A. K. C., & Aryadi, W. (2025). Kajian Energi Terbarukan Dan Peningkatan Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Melalui Co-Firing Biomassa. *Energy, Materials and Product Design*, 4(2), 293-300. <https://doi.org/10.29303/n0qbf184>
- Suyadi, S., Ardiarini, N. R., Kurniawan, A., & Arifin, A. G. (2024). Pembuatan Pupuk Organik Sebagai Upaya Dalam Mendukung Pertanian Berlanjut Untuk Kemandirian Pangan. *AGROINOTEK Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 162-169. <https://doi.org/10.21776/ub.agroinotek.2024.005.02.10>
- Wahyudi, J. (2017). The determinant factors of biogas technology adoption in cattle farming: Evidences from Pati, Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Development*, 6(3), 235-240.
- Widyasari, G. S., Dharlis, I. M., Hamzah, L. N., Syaflly, M. H., & Hastina, N. (2024). Perbandingan Limbah Sekam Padi dan Kulit Singkong Terhadap Intensitas Nyala Lampu Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Baterai. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (Vol. 7, No. 3). <https://doi.org/10.20961/shes.v7i3.92649>
- Yang, Y., Ren, J., Solgaard, H. S., Xu, D., & Nguyen, T. T. (2018). Using multi-criteria analysis to prioritize renewable energy home heating technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 29, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.06.005>
- Yulita, H., & Hidajat, K. (2021). Pengaruh adopsi inovasi e-learning terhadap minat belajar mahasiswa dimediasi motivasi belajar pada era new normal. *Journal of Business & Applied Management*, 14(1), 027-044. <http://dx.doi.org/10.30813/jbam.v14i1.2709>