

Praktik Budi Daya Padi Berwawasan Ekologis: Kasus di Indramayu (Rice Cultivation Practices with an Ecological Perspective: The Case in Indramayu)

Sarwititi Sarwoprasodjo^{1*}, Suryo Wiyono², Said Abdullah³, Ayu Rahayu¹, Bayu Aji Krisandi², Anjar Kartika¹, Anisa Nurkasanah¹, Dyah Harianti Purnomo²

(Diterima Desember 2022/Disetujui Agustus 2023)

ABSTRAK

Perubahan iklim memengaruhi sektor pertanian yang berdampak pada kekeringan atau banjir. Pertanian ekologis diharapkan mampu menjadi cara adaptasi dalam mengurangi kerugian akibat perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik petani, praktik budi daya padi secara ekologis, dan hubungan antara kedua parameter tersebut. Penelitian di Desa Kedayakan, Kecamatan Terisi, Kabupaten Indramayu ini melibatkan 60 orang petani yang disurvei menggunakan teknik *accidental sampling* pada Februari 2022. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik petani (umur, pendidikan, luas lahan, status kepemilikan lahan), lamanya bertani, sumber pengetahuan bertani, keikutsertaan dalam kelompok, dan praktik budi daya padi. Data tingkat penerapan praktik pertanian ekologis dianalisis secara deskriptif dan diuji korelasinya dengan *Rank Spearman* antara variabel karakteristik petani dan praktik budi daya padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani berusia produktif, tingkat pendidikan formal rendah tetapi berpengalaman dan aktif dalam keorganisasian lokal. Tingkat penerapan pertanian ekologis petani tergolong sedang. Pengembalian jerami, pengolahan tanah, dan pengendalian hama-penyakit tanaman merupakan komponen budi daya yang paling tidak sesuai dengan prinsip pertanian ekologis. Faktor internal petani yang berkorelasi dengan komponen budi daya padi ekologis adalah umur, pendidikan, lamanya bertani, sumber pengetahuan bertani, dan status kepemilikan lahan.

Kata kunci: pengembalian jerami, perubahan iklim, sawah

ABSTRACT

Climate change affects the agricultural sector, which has an impact on droughts or floods. Ecological agriculture is expected to be an adaptation method for reducing losses due to climate change. This study aims to describe the characteristics of farmers, ecological rice cultivation practices, and the relationship between the two parameters. The research in Kedayakan Village, Terisi District, Indramayu Regency, involved 60 farmers surveyed using *accidental sampling* techniques in February 2022. The data collected include farmer characteristics (age, education, land area, land ownership status), length of farming, sources of farming knowledge, participation in groups, and rice cultivation practices. Data on the application level of ecological agricultural practices were analyzed descriptively and tested using *the Spearman Rank correlation* between farmer characteristic variables and rice cultivation practices. The results showed that farmers were of productive age, with a low level of formal education but experienced and active in local organizations. The level of application of farmers' ecological agriculture is moderate. The return of straw, tillage, and control of plant pests are the components of cultivation that are least following the principles of ecological agriculture. Internal factors of farmers that correlate with the components of ecological rice cultivation are age, education, length of farming, source of farming knowledge, and land ownership status.

Keywords: climate change, paddy field, paddy's straw return

PENDAHULUAN

Perubahan iklim secara nyata telah memengaruhi kehidupan masyarakat terutama kelompok masyarakat di pedesaan. Merujuk data Kementerian Lingkungan

Hidup tahun 2017 (KLHK 2017), dari total 82.190 desa di Indonesia terdapat 2.400 (2,92%) yang tergolong rentan atas dampak perubahan iklim dan 4.881 (5,94%) dalam kategori kerentanan tinggi, 54.458 (72,34%) masuk kategori kerentanan sedang, 7.085 (8,62%) masuk dalam kategori kerentanan rendah 7.085 (8,62%) dan sisanya, 8.366 (10,18%) berkategori sangat rendah. Perubahan iklim yang meningkatkan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem berdampak mengganggu ketahanan pangan dan air serta menghambat tercapainya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Meningkatnya panas global yang akan mencapai 1,5°C dalam jangka dekat akan meningkatkan ancaman iklim berlipat-ganda yang tidak

¹ Departemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³ Koalisi Rakyat untuk Kedaulatan Pangan, Perumahan Sindangbarang Grande No. 16, Sindangbarang, Bogor 16117

* Penulis Korespondensi: Email: sarwititi@apps.ipb.ac.id

terhindarkan serta berisiko pada ekosistem dan manusia. Derajat risiko akibat perubahan iklim bergantung pada tren kerentanan, keterpaparan, derajat pembangunan sosial ekonomi, dan adaptasi warga bumi. Meskipun dalam jangka pendek tindakan drastis untuk mencegah pemanasan mendekati 1,5°C dapat mengurangi kerusakan dan kerugian akibat perubahan iklim, dampak perubahan iklim tidak akan dapat hilang sama sekali (IPCC 2022).

Perubahan iklim di pedesaan secara nyata menyebabkan perubahan ekosistem, meningkatnya jenis penyakit manusia, rusaknya infrastruktur, menurunnya volume air, dan meningkatnya bencana hidrologi seperti banjir dan kekeringan (Sudarma & As-Syakur 2018). Sektor pertanian sebagai tumpuan ekonomi masyarakat pedesaan merupakan sektor yang paling terdampak perubahan iklim. Perubahan iklim memengaruhi sektor pertanian secara multidimensi, mulai dari sumber daya, infrastruktur pertanian, sistem produksi pertanian, segi ketahanan dan kemandirian pangan, serta kesejahteraan petani dan masyarakat pada umumnya (Nuraisah & Kusumo 2019). Dampak perubahan iklim dapat bersifat langsung dan tidak langsung, serta mencakup baik segi biofisik maupun sosial ekonomi. Dampak biofisik mencakup gangguan fisiologi tanaman, menurunnya kapasitas sumber daya lahan dan air, meningkatnya gangguan organisme pengganggu tanaman, dan meningkatnya permukaan laut dan salinitas. Adapun dampak sosial ekonomi dapat berupa penurunan produktivitas dan produksi akibat gagal panen, fluktuasi harga komoditas pangan, dan peningkatan jumlah penduduk rawan pangan (Nuraisah & Kusumo 2019). Petani merupakan pihak yang sangat terpengaruh oleh perubahan iklim (Kalhapure *et al.* 2019).

Salah satu daerah di Indonesia yang sektor pertaniannya terdampak perubahan iklim adalah Kabupaten Indramayu. Menurut data Badan Pusat Statistik (2022), kabupaten ini merupakan daerah sentra produksi padi tertinggi di Jawa Barat pada tahun 2022 dengan rerata produksi mencapai 1.482.255,86 ton atau menyumbang 15,71% dari total produksi padi Jawa Barat. Bencana banjir, kekeringan, dan serangan hama yang terjadi di sini menyebabkan gagal panen sehingga berimbas pada produksi padi (Sagala *et al.* 2014). Nuraisah dan Kusumo (2019) mengungkapkan bahwa produksi padi di Kabupaten Indramayu menurun hingga 50% akibat perubahan iklim dalam kurun waktu tahun 2017–2019. Selain itu, meningkatnya serangan HPT padi pada daerah sentra produksi padi seperti wereng batang cokelat, penggerek batang padi, dan penyakit kerdil rumput maupun kerdil hampa (klowor) juga dirasakan petani semakin tinggi (Syahri & Somantri 2016). Hal ini akan mengancam ketahanan pangan secara berkelanjutan, sehingga diperlukan pertanian yang berwawasan ekologis.

Pertanian ekologis merupakan pertanian berkelanjutan yang memiliki tiga dimensi keberlanjutan: lingkungan, sosial, dan ekonomi (Bathaei &

Štreimikienė 2023) Pertanian berkelanjutan berfokus pada pengurangan dampak negatif pertanian terhadap lingkungan dan kesehatan, peningkatan dan pemanfaatan sumber daya ekosistem lokal, serta pelestarian keanekaragaman hayati. Secara sosial, pertanian berkelanjutan didukung oleh partisipasi, kepuasan, dan pengetahuan teknis petani. Menurut Piñeiro *et al.* (2021) prinsip-prinsip merancang dan mengimplementasikan insentif untuk pertanian berkelanjutan menyangkut keseimbangan antara insentif dan hasil, pengenalan petani dan pilihannya, instrumen yang sederhana sehingga mudah diadopsi, memberi dukungan; sementara ituantisipasi perubahan perilaku memerlukan waktu lama. Adaptasi dalam pertanian padi berdampak positif kuat pada hasil. Petani yang beradaptasi dengan perubahan iklim mengalami peningkatan hasil padi sampai 24% daripada mereka yang tidak beradaptasi. Bahkan petani yang tidak beradaptasi pun dapat mengambil manfaat dari mengadopsi strategi adaptasi. Berbagai faktor seperti persepsi risiko iklim petani, tingkat melek huruf, akses ke irigasi, kepemilikan ternak, dan ketersediaan layanan penasihat pertanian juga memengaruhi keputusan mereka untuk beradaptasi (Khan *et al.* 2022). Pertanian ekologis dinilai mampu menjadi alternatif dalam mengatasi perubahan iklim di negara yang sedang berkembang (Tamasiga *et al.* 2023). Penting untuk mengembangkan strategi adaptasi yang efektif dengan melibatkan petani untuk mengamankan sumber mata pencaharian masyarakat, di tengah rendahnya adopsi teknologi dan sistem informasi pertanian yang tidak mendukung (Hassan & Arroyo 2019).

Adaptasi petani padi pada perubahan iklim telah banyak dikaji di Indonesia dan di tingkat dunia. Hardiyati & Suryanto (2015) mengungkapkan bahwa jenis kelamin petani, status keanggotaan dalam kelompok tani, dan penggunaan pupuk berpengaruh nyata pada peluang kegagalan panen. Penelitian lain menunjukkan karakteristik dan perilaku petani dalam menghadapi perubahan iklim dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang dimiliki, dan hal ini berhubungan dengan produktivitas (Damayanti *et al.* 2022; Idawati *et al.* 2018; Listiana *et al.* 2021). Keputusan petani untuk menerapkan strategi adaptasi dipengaruhi oleh faktor pendidikan, keaktifan dalam kelompok tani, sumber bibit, orientasi panen, dan informasi (Priyanto *et al.* 2021). Adaptasi oleh petani dalam menghadapi perubahan iklim terkendala oleh kendala waktu dan ketidakcocokan kondisi lahan untuk penerapan pertanian berkelanjutan (Connor *et al.* 2021). Sementara itu, tantangan yang dihadapi petani dalam pertanian akibat perubahan iklim adalah meningkatnya hama dan penyakit (HPT). Banyak petani yang cenderung menggunakan pestisida kimia karena efeknya cepat dan mengabaikan pengetahuan lokal yang lebih ramah lingkungan (Arifah *et al.* 2022). Selain itu, hambatan yang paling sering dikemukakan ialah kurangnya kebijakan yang mendorong praktik inovatif. Hambatan lainnya meliputi penutupan

epistemik, regulasi yang tidak menguntungkan, pertanian cerdas iklim, dan tenaga kerja tidak terampil (Campuzano *et al.* 2023). Tantangan lain ialah penurunan hasil yang nyata memengaruhi keputusan petani dalam mengubah pola tanam dan menggeser waktu tanam sebagai bentuk adaptasi terhadap perubahan iklim (Purwanti *et al.* 2022; Wulansari *et al.* 2022).

Adaptasi petani terhadap perubahan iklim dihubungkan dengan karakteristik petani (demografi dan sosialnya) pada pertanian sawah irigasi menarik untuk diteliti karena karakteristik petani dapat memengaruhi kapasitas petani dalam praktik berusaha tani padi sawah secara ekologis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik petani dan praktik budi daya padi ekologis, serta hubungan di antara keduanya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan sampel berjumlah 60 orang petani padi sawah di Desa Kedayakan, Kecamatan Terisi, Kabupaten Indramayu, pada Februari 2022 Sampel ditarik menggunakan teknik *accidental sampling* dengan mewawancarai petani sampel yang dapat ditemui pada waktu penelitian. Data primer yang dikumpulkan meliputi praktik budi daya padi (pengembalian jerami, pengolahan tanah, perlakuan benih, pengaturan jarak tanam, pengendalian gulma, pemupukan, dan pengendalian hama dan penyakit tanaman) dan karakteristik petani (umur, tingkat pendidikan, lamanya

bertani, sumber pengetahuan bertani, luas lahan, status kepemilikan lahan, dan keikutsertaan dalam kelompok beserta statusnya). Selain dengan survei menggunakan kuesioner terstruktur, untuk menggali informasi yang relevan dengan topik penelitian secara lebih dalam juga dilakukan wawancara mendalam kepada 10 informan kunci. Informan kunci terdiri atas 3 orang ketua kelompok tani, 2 orang petani budi daya biointensif, 3 orang buruh tani, 1 orang fasilitator Sekolah Lapangan Pertanian biointensif, dan 1 orang petani ahli pengukur curah hujan.

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan tingkat penerapan praktik pertanian ekologis. Praktik penerapan pertanian ekologis diukur dengan memberikan skor 1–3 pada setiap komponen budi daya padi sawah Pemberian skor didasarkan pada prinsip budi daya pertanian ekologis, yaitu meminimumkan input kimia dari luar yang mencemari lingkungan dan mengoptimalkan peran komponen agroekosistem yang ada. Skor 1 berarti praktik budi daya oleh petani tidak sesuai dengan prinsip pertanian ekologis; skor 2 berarti agak sesuai; dan skor 3 berarti sesuai atau telah memenuhi prinsip dan dianggap mitigatif terhadap perubahan iklim (Tabel 1). Tingkat penerapan praktik pertanian ekologis dikategorikan menjadi tingkat rendah, sedang, dan tinggi, melalui rumus berikut:

$$\text{Indikator: } \frac{TCR}{Y} \times 100\%$$

Keterangan:

$$Y = \text{Skor tertinggi atribut} \times n$$

Tabel 1 Kategori praktik budi daya padi sawah berwawasan ekologis

Praktik budi daya padi	Penjelasan skor		
	1	2	3
Pengembalian jerami	Semua jerami dibakar di lahan	Jerami dikembalikan sebagian	Jerami dikembalikan ke lahan dan ada tambahan mikrob pengurai
Pengolahan tanah	Mengaplikasikan herbisida dengan dosis tinggi, pengerukan tanah untuk tadah air	Tidak mengaplikasikan pestisida	- tidak mengaplikasikan pestisida - mengatur air - mengaplikasikan pupuk kandang
Perlakuan benih	Tanpa perlakuan	Perendaman benih dengan air hangat	Perendaman benih dengan bakteri pemicu pertumbuhan akar (PGPR)
Pengaturan jarak tanam	Tidak beraturan dan <15 cm	Tidak beraturan	Jajar legowo 25 × 15 cm versi 2:1 atau 4:1
Pengendalian gulma	Mengaplikasikan herbisida kimiawi lebih dari 3 kali	Tidak mengendalikan gulma	Pengendalian secara mekanis
Pemupukan	Tidak tepat jenis dan dosis sangat tinggi	Tidak tepat dosis	Tepat jenis dan tepat dosis
Pengendalian HPT	Mengandalkan pestisida kimiawi dengan dosis tinggi	Mengaplikasikan pestisida kimiawi	Melakukan konservasi, inundasi, dan augmentasi musuh alami

$$TCR = \sum_{i=1}^n (Ti \times SL)$$

Keterangan:

Ti = Total skor atribut bawah

SL = Skor atribut seluruhnya

Selain itu, untuk mendeskripsikan hubungan antara karakteristik petani dan teknik budi daya dilakukan analisis statistik inferensial dengan uji korelasi *Rank Spearman* menggunakan *SPSS 25 for Window*. Hipotesis yang dibangun adalah terdapat hubungan antara karakteristik petani (umur, pendidikan, lamanya bertani, sumber pengetahuan bertani, luas lahan, status kepemilikan lahan, keikutsertaan dalam kelompok) dan penerapan pertanian ekologis (pengembalian jerami, pengolahan tanah, perlakuan benih, jarak tanam, pengendalian gulma, pemupukan, PHT) sebagai adaptasi perubahan iklim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Menurut data Monografi Desa (2022), wilayah Desa Kedayakan seluas 515,4 ha dengan topografi relatif datar dengan ketinggian 90–100 m di atas muka laut. Penggunaan lahan di desa ini didominasi oleh wilayah persawahan dengan luas 480 ha. Jumlah petani padi sawah tercatat 1.050 orang yang mengelola sawah tadah hujan dan irigasi. Dari wawancara dengan informan, banjir dan kekeringan menjadi masalah dalam budi daya padi. Saluran irigasi yang kurang baik menyebabkan petani sulit mengatur air pada saat musim hujan. Petani menanam padi 2 kali setahun

dengan sumber air dari hujan dan juga irigasi saat musim selang. Mereka tidak memanfaatkan lahan untuk budi daya pertanian karena sebagian besar adalah sawah tadah hujan. Saat musim kemarau, mereka sulit mendapatkan air untuk sawah irigasi.

Karakteristik Petani

Karakteristik petani padi sawah di Desa Kedayakan ditampilkan pada Tabel 2. Karakteristik demografi dan sosial ekonomi penting dipelajari dalam hubungannya dengan praktik penerapan pertanian ekologis sebagai respons terhadap perubahan iklim. Data menunjukkan karakteristik petani responden adalah petani penggarap, berusia produktif, tingkat pendidikan formal rendah tetapi berpengalaman dan aktif dalam keorganisasian lokal, serta memiliki pengetahuan dari orangtua dan sesama petani.

Tingkat Penerapan Budi daya Padi Ekologis

Pada musim tanam pertama (MT 1) dimulai pada Desember hingga Januari. Kondisi di lapangan dapat saja berubah untuk lahan tadah hujan; apabila terjadi kemarau panjang dan hujan berkurang maka akan terjadi kemunduran waktu tanam, atau bahkan tidak ada penanaman sama sekali. Di wilayah desa Kedayakan, petani tidak melakukan pergantian jenis tanaman. Lahan hanya digunakan untuk menanam padi, dua kali dalam setahun.

Lahan disiapkan pada awal MT 1 sekitar April hingga Mei, biasanya setelah ada hujan (air) agar tanah mudah ditraktor dan tidak keras. Petani membersihkan lahan dari vegetasi liar dan mengatur saluran irigasi untuk memastikan pasokan air yang cukup. Selain itu, tanah juga dikeruk dan dibajak sebelum penanaman, pengembalian jerami, dan pemberian kompos/pupuk kandang ke lahan. Setelah

Tabel 2 Karakteristik petani responden padi sawah di desa Kedayakan

Karakteristik	Deskripsi	Jumlah petani	Persentase
Umur petani	<31 tahun	2	3,3
	31–50 tahun	31	51,7
	>50 tahun	27	45,0
Pendidikan	Tidak sekolah	25	41,7
	SD	28	46,7
	SMP	2	3,3
	SMA sederajat	5	8,3
Lama bertani	<10 tahun	16	26,7
	10-20 tahun	13	21,7
	>20 tahun	31	51,6
Pengetahuan bertani	1 sumber	30	50,0
	2 sumber	27	45,0
	>2 sumber	3	5,0
Luas lahan	<0,5 ha	20	33,3
	0,5-1 ha	19	31,7
	>1 ha	21	35,0
Status kepemilikan lahan	Pemilik penggarap	45	75,0
	Penyewa penggarap	15	25,0
Keikutsertaan dalam organisasi dan statusnya	Mengikuti dan menjadi pengurus	6	10,0
	Mengikuti dan menjadi anggota	49	81,7
	Tidak mengikuti	5	8,3

persiapan lahan selesai, tahap selanjutnya adalah penyemaian benih padi, biasanya pada Juni hingga Juli. Tahap penyemaian benih padi biasanya dilakukan pada Mei hingga Juni, atau bergantung pada ketersediaan hujan atau air di sawah. Benih padi biasanya direndam dalam air selama 3 malam, setelah itu ditebar di lahan persemaian atau di bak persemaian. Kemudian, bibit yang sudah tumbuh dipindahkan ke lahan persiapan dengan jarak tanam yang sesuai, seperti sistem penanaman jajar legowo atau sistem tanam teratur. Biasanya umur semai 14–18 hari setelah semai. Pupuk NPK (urea) diberikan satu kali di lahan persemaian. Setelah bibit ditanam, tahap pemeliharaan tanaman dimulai. Ini melibatkan kegiatan seperti pemupukan, penyiangan gulma, pengendalian HPT, serta interval pengairan, biasanya dari Juli hingga September, atau saat padi telah ditanam hingga menjelang panen. Petani akan memantau pertumbuhan tanaman dan melakukan tindakan yang diperlukan guna menjaga kesehatan dan produktivitas padi.

Di wilayah Indramayu, yang terkenal dengan saluran irigasinya, pemeliharaan air menjadi tahap penting dalam pola tanam padi sawah. Petani mengatur aliran air dan pengairan lahan secara berkala agar tanaman mendapat pasokan air yang cukup (saat musim kemarau) dan ada waktu penutupan pintu air dan mengatur aliran pembuangan air berlebih (saat musim hujan). Pemeliharaan air ini berlangsung sepanjang musim tanam baik musim di hujan maupun musim kemarau.

Padi biasanya dipanen pada Agustus hingga September. Petani memantau kematangan padi dengan memperhatikan warna bulir dan tanda-tanda bulir padi yang hampir 70% sudah berisi semua dan mulai merunduk, atau daun bendera mulai kering atau menguning. Padi yang sudah matang dipanen menggunakan sabit atau mesin pemotong padi. Setelah dipanen, padi dikumpulkan dan dipisahkan dari tangkainya. Padi harus segera dipanen jika sudah waktunya tiba hingga waktu 2 pekan setelah tanda-tanda tersebut muncul. Apabila lewat 2 minggu dari waktu panen, bobot bulir padi akan berkurang dan mudah rontok. Setelah panen adalah tahap pascapanen. Tahap ini mencakup pengeringan, pemipilan atau penggilingan padi, serta penyortiran untuk mendapatkan beras yang siap dikonsumsi atau dijual. Biasanya petani mengeringkan gabah hingga kadar air 12–14%. Pada Oktober hingga November, petani mengurus hasil panen dan mempersiapkan lahan untuk musim tanam berikutnya.

Kondisi di atas merupakan praktik budi daya padi secara konvensional. Dalam penerapan pertanian ekologis, skor rata-rata tingkat penerapan pertanian ekologis petani Desa Kedayakan adalah 51,08 atau tergolong sedang (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa praktik budi daya belum sepenuhnya sesuai dengan prinsip-prinsip pertanian ekologis. Apabila dihubungkan dengan perubahan iklim, dapat dikatakan bahwa praktik budi daya padi petani belum adaptif dan

resilien terhadap perubahan iklim yang terjadi (Tamasiga *et al.* 2023).

Pengembalian jerami memiliki nilai persentase penerapan yang tergolong rendah. Petani umumnya membakar jerami di lahan saat setelah panen. Menurut informan, pembakaran jerami dimaksudkan guna mempercepat pengolahan lahan untuk persiapan masa tanam berikutnya (MT I ke MT II). Petani beranggapan bahwa jerami sisa panen mengganggu pembajakan lahan dengan traktor. Selain itu, jerami dianggap sebagai limbah sawah yang tidak berguna dan mengganggu pemandangan. Sawah terlihat kotor dan tidak rapi, padahal pembakaran jerami dapat berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) seperti gas karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), metana (CH₄), nitrogen oksida (NO_x), dan sulfur dioksida (SO₂), sehingga mendorong pemanasan global. Menurut Yulianti *et al.* (2022), salah satu emisi yang berasal dari pertanian padi berasal dari proses pembusukan bahan organik, ialah jerami. Jerami yang terbakar di lahan juga menimbulkan polutan HCl, dioksin, dan furan (Sapromo *et al.* 2019).

Praktik pengolahan tanah juga termasuk kategori rendah, bahkan 0%. Pengolahan tanah meliputi pengerukan tanah (khusus menjelang MT 1), pembersihan gulma pratanam dengan aplikasi herbisida, penggenangan lahan dengan air, pembajakan menggunakan traktor dengan 1 kali membajak 1 kali menggaru. Pengerukan tanah secara terus-menerus akan berdampak pada kesuburan tanah karena mengubah struktur fisik dan kimia tanah. Kandungan bahan organik dan mineral tanah mudah hilang. Selain itu, petani juga terbiasa mengaplikasikan herbisida pratanam saat pengolahan lahan karena lebih efisien dalam hal waktu, tenaga, dan biaya. Aplikasi herbisida pratanam berdampak negatif, salah satunya mematikan cacing tanah yang berperan penting dalam kesuburan tanah (Sari *et al.* 2015).

Perlakuan benih termasuk dalam kategori sedang. Petani biasanya merendam benih sampai bertunas, setelah itu pada pagi hari disiram dengan air hangat. Sebagian petani ada yang sudah merendamnya dengan insetksida, sebagian lainnya tanpa memberi perlakuan, dan beberapa mengaplikasikan bakteri pemicu pertumbuhan akar (PGPR). Penggunaan PGPR telah terbukti efektif sebagai metode yang ramah lingkungan untuk meningkatkan hasil panen dengan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman

Tabel 3 Kategori penerapan budi daya padi sawah ekologis oleh petani di Desa Kedayakan

Komponen	Penerapan (%)	Kategori
Pengembalian jerami	30,0	Rendah
Pengolahan tanah	0,0	Rendah
Perlakuan benih	50,0	Sedang
Jarak tanam	100,0	Tinggi
Pengendalian gulma	55,8	Sedang
Pemupukan	60,8	Sedang
Pengendalian HPT	17,3	Rendah

melalui berbagai mekanisme. Mekanisme PGPR meliputi pengaturan keseimbangan hormonal dan nutrisi, stimulasi ketahanan terhadap penyakit tanaman, serta peningkatan ketersediaan nutrisi untuk penyerapan oleh tanaman (Vejan *et al.* 2016).

Dalam hal jarak tanam, belum ada aturan baku yang dianut oleh petani, Mereka membuat jarak tanam tidak beraturan dan <15 cm mengikuti keinginan petani masing-masing. Tampaknya petani belum yakin bahwa pengaturan jarak tanam atau mengurangi kerapatan tanaman dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan iklim mikro (Guo *et al.* 2015), yang selanjutnya meningkatkan produktivitas padi (Magfiroh *et al.* 2017).

Komponen pengendalian gulma tergolong sedang. Di Desa Kendayakan masih terdapat buruh tani untuk menyangi gulma walaupun jumlah tenaga kerjanya tidak banyak. Sebagian petani mengendalikan gulma dengan bantuan jasa buruh tani atau dilakukan sendiri di lahannya. Namun, sebagian lain petani mengandalkan herbisida.

Teknik petani dalam mengendalikan HPT tanaman juga memiliki capaian nilai rendah. Hama penting yang menyerang tanaman padi di kajian ini ialah tikus, wereng cokelat, penggerek batang padi, dan hama putih palsu, dan penyakit yang sering muncul adalah blas dan kresek. Pola penggunaan pestisida kimiawi oleh petani umumnya sangat masif. Pestisida diaplikasikan secara terjadwal rata-rata setiap pekan mulai saat setelah pemupukan kedua (30 HST) hingga menjelang panen. Petani juga terbiasa mencampur beberapa bahan aktif pestisida dalam satu aplikasi. Petani mengaplikasikan pestisida secara rutin untuk mencegah agar serangan HPT tidak meningkat walaupun tingkat serangannya masih rendah.

Pada umumnya petani mengaplikasikan pupuk dengan intensitas tinggi. Urea dan phonska diaplikasikan dua kali, yakni 10 HST dan 25 HST, namun sering tidak tepat dosis.

Korelasi Karakteristik Petani dengan Praktik Budi Daya Padi Ekologis

Praktik budi daya padi yang ekologis pada penelitian ini diukur dengan beberapa komponen budi daya, yakni pengembalian jerami, pengendalian gulma, pemupukan, pengendalian HPT, pengolahan tanah, perlakuan benih, dan jarak tanam. Pada Tabel

4 digambarkan hasil uji korelasi *Rank Spearman* antara komponen budi daya dan karakteristik petani, yang meliputi umur, pendidikan, lama bertani, sumber pengetahuan bertani, luas lahan, status kepemilikan lahan, serta keikutsertaan dalam kelompok. Korelasi tidak diujikan pada tiga segi di dalam komponen budi daya, yaitu segi pengolahan tanah, perlakuan benih, dan jarak tanam, karena data yang didapatkan tergolong homogen sehingga tidak dapat dianalisis secara statistik korelasi *Rank-Spearman*.

Terdapat korelasi positif antara sumber pengetahuan bertani dan pengembalian jerami ke lahan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak sumber informasi semakin meningkat pengetahuan petani sehingga semakin ekologis pengelolaan jerami. Petani yang memiliki sumber informasi lebih dari 2 akan mengelola jerami dengan cara mengembalikannya ke lahan. Informasi teknologi pertanian meningkatkan pengetahuan petani, termasuk informasi yang berasal dari penyuluh pertanian (Malta 2013). Informasi yang diperoleh petani dari organisasi yang diikutinya mendorong petani untuk menerapkan pertanian ekologis pada budi daya pertanian. Mulyaningsih *et al.* (2021) menyebutkan bahwa penerapan pertanian ramah lingkungan petani padi di daerah Banten sangat dipengaruhi oleh karakteristik petani, salah satunya pelibatan dalam organisasi sebagai sumber informasi. Akibatnya, petani yang kurang aktif berpartisipasi dalam komunitas petani tidak terdedah ke informasi dari penyuluh pertanian, yang biasanya disampaikan melalui komunitas tersebut. Sementara itu, Fauzi *et al.* (2019) dan Giovani *et al.* (2022) menyebutkan bahwa pendidikan nonformal dari sekolah lapangan menambah sumber informasi dan melengkapi pengetahuan petani, serta berpengaruh pada teknik budi daya dan penerimaan inovasi.

Status kepemilikan lahan juga berkorelasi positif dengan pengembalian jerami. Artinya, petani pemilik penggarap cenderung mengembalikan jerami ke lahan. Menurut Mudakir (2011), status penguasaan lahan menentukan tingkat keragaman usaha tani. Sebagai petani pemilik penggarap, mereka cenderung memiliki lahan produktif, pendapatan tinggi, sehingga mampu membiayai tenaga kerja untuk mengembalikan jerami dan tidak membakarnya.

Tabel 4 Hasil analisis korelasi komponen penerapan budi daya padi sawah dengan karakteristik petani padi di desa Kendayakan

Komponen penerapan budi daya padi	Karakteristik petani						
	Umur	Pendidikan	Lamanya bertani	Sumber pengetahuan bertani	Luas lahan	Status kepemilikan lahan	Keikutsertaan dalam kelompok
Pengembalian jerami	-0,114	0,213	-0,076	0,428**	-0,038	0,227*	-0,033
Pengendalian gulma	-0,025	-0,041	-0,045	-0,181	-0,060	0,224*	0,143
Pemupukan	-0,252*	0,278*	-0,387**	0,363**	-0,074	-0,112	0,016
Pengendalian HPT	-0,324**	0,462**	-0,317**	0,148	0,161	0,017	0,180

Keterangan: ** Korelasi nyata pada taraf 0,01 (2-tailed) dan * Korelasi nyata pada taraf 0,05 (2-tailed).

Umur dan pendidikan tidak berkorelasi nyata dengan pengembalian jerami. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramdhan *et al.* (2020), bahwa umur dan pendidikan petani tidak berpengaruh dalam menerapkan pengembalian jerami ke lahan sawah sebagai pupuk organik oleh lebih dari 50% responden termasuk usia produktif. Sementara itu, umur, pendidikan, dan lama berusaha tani berhubungan dengan pengendalian hama-penyakit dan pemupukan. Petani yang lebih muda cenderung lebih produktif dalam bekerja dan lebih terbuka pada inovasi, serta lebih peka terhadap perubahan lingkungan dibandingkan dengan petani yang lebih tua. Sebaliknya, petani yang lebih tua sering enggan menerima inovasi dan kurang tanggap atas perubahan lingkungan. Hal ini sejalan dengan temuan Giovani *et al.* (2022), bahwa petani usia muda diharapkan dapat berperan penting dalam mengadopsi inovasi yang berdampak positif bagi keberlanjutan usaha pertanian dan pembangunan pertanian secara keseluruhan. Selain itu, Irianto *et al.* (2019) menemukan bahwa usia tua dan rendahnya tingkat pendidikan akan memengaruhi sikap dan pola pikir petani tentang minat mereka pada teknologi budi daya padi terapan.

Komponen pengendalian gulma berkorelasi positif dengan status kepemilikan lahan. Hal ini menunjukkan bahwa petani pemilik penggarap lahan cenderung lebih ekologis dalam mengendalikan gulma. Sejalan dengan hal tersebut, Jolanda & Room (2017) menyatakan bahwa status kepemilikan lahan berhubungan dengan pengambilan keputusan oleh petani dalam berusaha tani padi sawah. Petani dengan status penyewa penggarap tidak mengendalikan gulma karena mereka perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk menyewa tenaga kerja, selain biaya untuk menyewa lahan sawah.

Faktor yang berhubungan dengan pemupukan adalah umur, pendidikan, lamanya bertani, dan sumber pengetahuan bertani. Faktor umur dan lamanya bertani memperlihatkan hubungan negatif dengan pemupukan, yang artinya semakin tua umur petani, semakin tidak ekologis pemupukan yang dilakukan. Hal ini sejalan dengan temuan Agustini *et al.* (2013), bahwa umur memengaruhi peningkatan persepsi petani pada rekomendasi teknologi budi daya padi. Hulyatussyamsiah *et al.* (2019) menegaskan bahwa pendidikan petani berpengaruh nyata pada adopsi pemupukan-berimbang. Semakin tinggi tingkat pendidikan formal dan pengalaman bertani, semakin tinggi peluang petani mengadopsi teknologi pemupukan-berimbang. Tingkat pendidikan seseorang dapat mengubah pola pikir dan daya nalar yang baik: semakin tinggi tingkat pendidikan petani, semakin mengerti tentang teknologi pemupukan-berimbang serta penerapannya dengan baik. Semakin lama pengalaman bertani, semakin tidak ekologis dalam memupuk. Melia & Sutedjo (2013) menyatakan bahwa pengalaman bertani yang lebih lama dengan usia petani yang sudah lanjut berpengaruh pada turunya kemampuan petani dalam mengolah lahan

pertaniannya, khususnya menurunnya perhatian pada pemupukan yang berkaitan dengan pemilihan pupuk dan dosis yang digunakan. Namun, hasil penelitian tersebut bertentangan dengan hasil kajian ini.

Pengendalian HPT berhubungan nyata dengan umur, pendidikan, dan lamanya bertani. Umur dan lamanya bertani berhubungan negatif dengan pengendalian HPT, artinya semakin tinggi usia dan pengalaman bertani, semakin tidak ramah lingkungan petani menggunakan pestisida dengan dosis yang berlebihan. Umur memengaruhi kemampuan fisik dan cara berpikir serta dapat menggambarkan pengalaman seseorang sehingga terdapat keragaman perilaku berdasarkan usia yang dimiliki. Petani berusia lebih muda masih memiliki semangat belajar sehingga berusaha untuk lebih cepat mengadopsi inovasi. Tingkat pendidikan dan pengendalian HPT memperlihatkan hubungan positif, artinya semakin tinggi pendidikan petani, semakin baik dan sesuai praktik petani dengan prinsip pertanian ekologis dalam mengendalikan HPT seperti menggunakan pestisida sesuai dengan kebutuhan. Faktor pendidikan dan lama berusaha tani berhubungan nyata dengan pengendalian HPT.

KESIMPULAN

Karakteristik petani di Kabupaten Indramayu adalah berusia produktif, tingkat pendidikan formal rendah tetapi berpengalaman dan aktif dalam keorganisasian lokal. Namun, mereka belum sepenuhnya menerapkan praktik pertanian ekologis, terutama dalam pengembalian jerami, pengolahan tanah, dan pengendalian HPT. Akibatnya, petani tetap rentan terhadap perubahan iklim. Salah satu masalah utama yang diidentifikasi adalah keterbatasan pengetahuan karena mengandalkan pengalaman. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan program penyuluhan berkelanjutan yang mencakup topik seperti manfaat pengembalian jerami, metode pengendalian HPT, dan pemupukan sesuai dengan prinsip pertanian ekologis. Dengan mempertimbangkan karakteristik petani dan kebutuhan pembelajaran mereka, pendekatan yang sesuai adalah sekolah lapangan. Fasilitator yang kompeten dapat mengorganisir pembelajaran partisipatif dengan melibatkan pemuda tani yang lebih berpengalaman. Melibatkan pemuda tani yang aktif dalam berbagai lembaga lokal akan mempercepat proses pembelajaran kelompok. Selain itu, sebagai petani berpengalaman, mereka dapat mengandalkan sumber informasi kredibel seperti akademisi atau petani yang telah sukses sebagai tempat bertanya dan memverifikasi informasi selama eksperimen lapangan. Dengan pendekatan ini, diharapkan petani di Kabupaten Indramayu dapat meningkatkan praktik pertanian ekologis mereka dan mengurangi kerentanannya terhadap perubahan iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada IPB University, Koalisi Rakyat Kedaulatan Pangan (KRKP), LPDP, dan Kemristekdikti yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini melalui skema penelitian Hibah Riset Desa Tahun Anggaran 2022 No. 052/E4.1/AK.04.RA/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini D, Waliulu A, Abidin Z. 2013. Persepsi petani padi tentang inovasi pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi sawah dan tingkat penerapannya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perternakan*. 10(10): 1–10.
- Arifah, Salman D, Yassi A, Bahsar-Demmallino E. 2022. Climate change impacts and the rice farmers' responses at irrigated upstream and downstream in Indonesia. *Heliyon*. 8(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11923>
- Bathaei A, Štreimikienė D. 2023. A systematic review of agricultural sustainability indicators. *Agriculture (Switzerland)*. 13(2): <https://doi.org/10.3390/agriculture13020241>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. *Tanaman Pangan Kabupaten Indramayu*. Indramayu (ID).
- Campuzano LR, Hincapié Llanos GA, Zartha Sossa JW, Orozco Mendoza GL, Palacio JC, Herrera M. 2023. Barriers to the adoption of innovations for sustainable development in the agricultural sector-Systematic literature review (SLR). *Sustainability (Switzerland)*. 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15054374>
- Connor M, de Guia AH, Pustika AB, Sudarmaji, Kobarsih M, Hellin J. 2021. Rice farming in central java, indonesia-adoption of sustainable farming practices, impacts and implications. *Agronomy*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy11050881>
- Damayanti NAL, Yanfika H, Rangga K, Nikmatullah D. 2022. Perilaku adaptasi petani tanaman padi pada perubahan iklim di Desa Rantau Fajar, Kecamatan Raman Utara. *Suluh Pembangunan: Journal of Extension and Development*. 4(2): 84–92. <https://doi.org/doi.org/10.23960/jsp.Vol4.No1.2022.117>
- Fauzi I, Ansar A, Budiman B. 2019. Pengaruh pendidikan non-formal dan sarana prasarana terhadap peningkatan produksi kakao melalui keterampilan petani di Kabupaten Bulukumba. *YUME: Journal of Management*. 2(3).
- Giovani A, Nuryaman H, Atmaja U, Darusman D. 2022. Hubungan karakteristik petani sengan tingkat penerapan pengelolaan tanaman terpadu (Ptt) padi sawah. *Jurnal Agristan*. 4(1): 1–10. <https://doi.org/doi.org/10.37058/agristan.v4i1.3674>
- Guo B, Zhu C, Zhu D, Zhang H, Jiang F, Ge M. 2015. Effects of planting density on plant form and micrometeorology in different types of rice with potted seedlings by mechanical-transplanting method. *Chinese Journal of Ecology*. 34(1): 9–17.
- Hardiyati IN, Suryanto. 2015. Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembanguna*. 1(16): 42–52.
- Hassan MK, Arroyo E. 2019. Participatory development ccommunication: A strategy in climate change adaptation in Southeast Asia. 1st International Conference on Progressive Civil Society, Advances in Social Science. *Education and Humanities Research*. 317(1): 1–10.
- Hulyatussyamsiah SN, Hartono R, Anwarudin O. 2019. Adopsi pemupukan berimbang padi sawah melalui penggunaan urea berlapis arang aktif di Majalengka. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*. 14(2): 1–17.
- Idawati, Hubeis, Fatchiya, Asngari, Tjitropranoto. 2018. The implication of climate adaptation and mitigation research: Capacity adaptation of rice paddy farmers to climate change. 200(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/200/1/012041>
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Nine Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Irianto H, Mujiyo, Qonita A, Riptanti EW. 2019. Socio-economic characteristics of farmers on the existence of floating-rice cultivation demonstration plots in flood prone area in Bojonegoro, East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 314(1): 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/314/1/012048>
- Jolanda M, Room V. 2017. Faktor-faktor yang memengaruhi persepsi petani terhadap penggunaan pupuk organik pada PTT padi sawah di Buru Provinsi Maluku. *Kementrian Pertanian*. 11(1): 1–10.
- Kalhapure A, Gaikwad D, Sah D, Tripathi A. 2019. Climate change: Causes, impacts and combat with special reference to agriculture-A review. *Current Advances in Agricultural Sciences (An International Journal)*. 1–10. <https://doi.org/doi:10.5958/2394-4471.2019.00001.7>.
- Khan NA, Khanal U, Wilson C, Shah AA, Tariq MAUR. 2022. The Impact of Farmers' Adaptation to Climate Change on Rice Yields: Implications for Sustainable Food Systems. *Sustainability (Switzerland)*. 14(23): <https://doi.org/10.3390/su142316035>
- KLHK. 2017. Road Map Program Kampung Iklim (Proklim): Gerakan Nasional Pengendalian Perubahan Iklim Berbasis Masyarakat.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim
- Listiana I, Nurmayasari I, Bursan R, Sukmayanto M, Yanfika H, Widyastuti RAD. 2021. Farmers' capacity and rice productivity in climate change adaptation in Central Lampung Regency, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 11(4): <https://doi.org/10.18488/journal.ajard.2021.114.346.353>
- Magfiroh N, Lapanjang IM, Made U. 2017. Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada pola jarak tanam yang berbeda dalam sistem tabela. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 212–221.
- Malta. 2013. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kemandirian petani dalam pengambilan keputusan untuk keberlanjutan usahatani (Kasus petani di Desa Sukaharja, Kabupaten Bogor. *Jurnal Humaniora*. 16(1): 1–10.
- Melia NN, Sutedjo A. 2013. Kajian geografis mengenai usaha tani padi di Kabupaten Lamongan. *Jurnal Online Program Studi S-1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial UNESA*. 2(1): 56–65. <https://doi.org/https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/swara-bhumi/article/view/830>.
- Mudakir B. 2011. Produktivitas lahan dan distribusi pendapatan berdasarkan status penguasaan lahan pada usahatani padi. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*. 1(1): 74–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jdep.1.1.74-83>
- Mulyaningsih A, Suherna, Gunawan G. 2021. Environmentally friendly rice farmer empowerment for sustainable food security in Banten Province. *Jurnal Penyuluhan*. 17(1): 102–112. <https://doi.org/doi.org/10.25015/17202132969>
- Nuraisah G, Kusumo RAB. 2019. Dampak perubahan iklim terhadap usahatani padi di Desa Wanguk Kecamatan Anjatan Kabupaten Indramayu. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Berwawasan Agribisnis*. 5(1): 60–71.
- Piñeiro V, Joaquín A, Pablo E, Ana MI, Cristian MO, Steve P, Máximo T. 2021. Achieving sustainable agricultural practices: From incentives to adoption and outcomes. *International Food Policy Research Institute*. 3(2019): 1–10.
- Priyanto MW, Hartono R. 2021. Strategi adaptasi perubahan iklim: Faktor yang Memengaruhi dan manfaat penerapannya pada *climate change*. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*. 5(4): 1169–1178.
- Purwanti TS, Syafril S, Huang WC, Saeri M. 2022. What drives climate change adaptation practices in smallholder farmers? Evidence from potato farmers in Indonesia. *Atmosphere*. 13(1). <https://doi.org/10.3390/atmos13010113>
- Ramadhan RJ, Kusnadi D, Harniati. 2020. Kemandirian petani terhadap pemanfaatan jerami padi sebagai pupuk bokashi pada tanaman padi di Kecamatan Manonjaya Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(13): 483–490.
- Sagala S, Asirin, Sani IR, Pratama AA. 2014. Tindakan penyesuaian petani terhadap dampak perubahan iklim: studi kasus Kabupaten Indramayu. Resilience Development Initiative. <https://www.preventionweb.net/publication/tindakan-penyesuaian-petani-terhadap-dampak-perubahan-iklim-studi-kasus-kabupaten>
- Saptomo SK, Farida A, Chadirin Y, Setiawan B. 2019. Pendugaan emisi CO₂ dari lahan gambut dengan menggunakan model artificial neural network (ANN). *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. 7(2): 121–128. <https://doi.org/10.19028/jtep.07.2.121-128>
- Sari YK, Niswari A, Arif MAS, Yusnaini S. 2015. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman ubi kayu (*Manihot utilissima*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3): 422–426. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.23960/jat.v3i3.1980>
- Sudarma IM, As-Syakur AR. 2018. Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian di Provinsi Bali. *Journal on Socio-Economics of Agriculture and Agribusiness*. 12(1): 87–98. <https://doi.org/10.24843/SOCA.2018.v12.i01.p07>
- Syahri, Somantri RU. 2016. Penggunaan varietas unggul tahan hama dan penyakit mendukung peningkatan produksi padi nasional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 35(1): 25–36.
- Tamasiga P, Onyeaka H, Akinsemolu A, Bakwena M. 2023. The inter-relationship between climate change, inequality, poverty and food security in Africa: A bibliometric review and content analysis approach. *Sustainability (Switzerland)*. 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15075628>
- Vejan P, Abdullah R, Khadiran T, Ismail S, Nasrulhaq BA. 2016. Role of plant growth promoting Rhizobacteria in agricultural sustainability: A review. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 21(5): 253. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
- Wulansari I, Abdoellah OS, Gunawan B, Parikesit. 2022. Identification of adaptive capacity assessments to improve collective adaptation of farmers to climate change. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 12(1).
- Yuliarti I, Maryani AT, Fazakani, Hoesni F. 2022. Inventarisasi gas rumah kaca asal jerami padi serta upaya perbaikan kualitasnya sebagai pakan ternak. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 22(3): 2093–2098.