

Implementasi *Soil Bioengineering* Terhadap Produksi Padi di Desa Tulus Rejo Kecamatan Pekalongan

*Implementation of Soil Bioengineering Towards Rice Production in Tulus Rejo Village
Pekalongan Sub-District*

Putra Fajar Setiawan, Sutarni*, Fitriani, Marlinda Apriyani

Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno Hatta No.10, Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa,
Kota Bandar Lampung,
Lampung 35141
*Email: sutarni@polinela.ac.id
(Diterima 20-10-2025; Disetujui 19-01-2026)

ABSTRAK

Peningkatan produksi padi di daerah aliran sungai (DAS) kerap menghadapi tantangan berupa penurunan kualitas lahan akibat erosi lahan dan degradasi struktur tanah yang berdampak pada hasil panen petani. Salah satu pendekatan yang mulai dikembangkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah teknik *soil bioengineering*, yaitu metode konservasi tanah berbasis vegetasi yang bertujuan menahan erosi dan memperbaiki kondisi fisik lahan secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis biaya, penerimaan dan pendapatan usahatani padi di DAS Desa Tulusrejo, (2) menganalisis perbandingan biaya, produksi dan pendapatan antara petani penerap dan non-penerap *soil bioengineering*, dan (3) menganalisis faktor-faktor produksi padi dan pengaruh *soil bioengineering* terhadap produksi padi, (4) menganalisis elastisitas produksi padi. Penelitian dilaksanakan di Desa Tulus Rejo, Kecamatan Pekalongan dengan menggunakan metode *cluster random sampling* terhadap 37 petani padi di daerah aliran sungai (DAS). Data dianalisis menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, *Mann-Whitney U* dan regresi linear model *Cobb-Douglas*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *soil bioengineering* menyebabkan perbedaan signifikan pada total biaya, produksi dan pendapatan antara kedua kelompok petani. Selain itu, berdasarkan hasil regresi, diketahui bahwa variabel luas lahan, benih, pupuk dan pestisida berpengaruh nyata terhadap produksi padi, sedangkan *soil bioengineering* tidak berpengaruh signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan input-input produksi serta penerapan teknik *soil bioengineering* efektif dalam meningkatkan produksi padi serta layak diterapkan sebagai strategi konservasi lahan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Nilai elastisitas produksi sebesar 1,176 menunjukkan kondisi *increasing return to scale*, yang berarti penambahan input produksi secara proporsional dapat meningkatkan output produksi padi secara proporsional.

Kata kunci: *soil bioengineering*, produksi padi, efisiensi usahatani, *cobb-douglas*, elastisitas produksi

ABSTRACT

The increase in rice production in river basins (DAS) often faces challenges in the form of a decline in land quality due to land erosion and soil structure degradation that has an impact on farmers' harvests. One of the approaches that is beginning to be developed to overcome this problem is the soil bioengineering technique, which is a vegetation-based soil conservation method that aims to resist erosion and improve the physical condition of the land naturally. This research aims to: (1) analyze the cost, receipt and income of rice farming in the Tulusrejo Village Watershed, (2) analyze the comparison of costs, production and income between soil bioengineering farmers, and (3) analyze the factors of rice production and the influence of soil bioengineering on rice production, (4) analyze the elasticity of rice production. The research was carried out in Tulus Rejo Village, Pekalongan District using the cluster random sampling method on 37 rice farmers in river basins (DAS). The data was analyzed using the Shapiro-Wilk, Mann-Whitney U test and the Cobb-Douglas linear regression model. The research results show that the implementation of soil bioengineering causes significant differences in total costs, production and income between the two groups of farmers. In addition, based on the regression results, it is known that the variables of land area, seeds, fertilizers and pesticides have a real effect on rice production, while soil bioengineering does not have a significant statistical effect. This finding indicates that the implementation of production inputs and the implementation of soil bioengineering techniques are effective in increasing rice production and are suitable for implementation as an environmentally friendly and

sustainable land conservation strategy. The production elasticity value of 1,176 shows the condition of increasing return to scale, which means that the addition of production inputs proportionally will increase rice production output proportionally.

Keywords: *soil bioengineering, rice production, far, efficiency, cobb-douglas, production elasticity*

PENDAHULUAN

Padi merupakan salah satu komoditas tanaman pangan di Lampung yang memiliki posisi strategis karena termasuk dalam makanan pokok penduduk Indonesia. Perkembangan komoditas padi di Lampung tidak terlepas dari perkembangan sistem produksi padi karena diketahui bahwa setiap kabupaten memiliki luas panen, produksi dan produktivitas yang berbeda-beda. Kabupaten Lampung Timur menempati posisi kedua setelah Lampung Tengah karena memiliki luas lahan sebesar 83.568,70 hektar dan memiliki produksi sebanyak 397.374,49 di tahun 2021. Tahun 2022, terjadi peningkatan dari kedua aspek pada Kabupaten Lampung Timur. Luas panen meningkat menjadi 92.073,80 hektar dengan produksi sebesar 444.283,70. Fakta tersebut menunjukkan bahwa Lampung Timur sudah berkontribusi sebesar 17% luas panen dan 15,9% produksi padi di Lampung pada tahun 2021. Tahun 2022, Lampung Timur sudah berkontribusi sebesar 17,8% luas panen dan 16,6% produksi padi di Lampung.

Penguatan efisiensi sistem produksi dan rantai nilai beras menjadi salah satu strategi penting dalam menjaga ketahanan pangan serta kesejahteraan petani di daerah sentra produksi. Hal ini sejalan dengan temuan Sutrani et al., (2021) yang menekankan bahwa keberlanjutan rantai nilai komoditas beras di Lampung sangat bergantung pada sinergi antara petani, penggilingan padi dan pelaku pasar lokal dalam menciptakan sistem agribisnis yang efisien dan berdaya saing. Sektor pertanian masih mendominasi struktur ekonomi Lampung, namun tantangan seperti akses modal dan teknologi tetap menjadi hambatan bagi pendapatan petani (Fitriani et al., 2021).

Upaya peningkatan produktivitas dan kesejahteraan petani terus menjadi agenda penting di berbagai daerah di Indonesia. Pendekatan untuk mencapai peningkatan produksi pertanian yang berkelanjutan memerlukan optimalisasi penggunaan faktor produksi agar efisien dan ekonomis (Iqbal, 2023). Banyak faktor yang menentukan tingkat produktivitas padi, faktor-faktor tersebut memiliki hubungan yang sangat erat dengan produk akhir dalam proses pembuatannya. Produk sebagai keluaran (output) dari proses produksi sangat bergantung pada faktor produksi sebagai masukan (input). Faktor produksi ini mutlak dalam semua kegiatan produksi karena bertanggungjawab untuk mengubah input menjadi output (Alamri, 2022).

Kualitas tanah termasuk dalam masalah utama dan hal ini diperburuk oleh kejadian cuaca ekstrem yang dapat mengakibatkan erosi tanah, mengurangi lapisan atas tanah yang subur, dan menyebabkan hilangnya bahan organik penting (Wahyuanto et al., 2024). Perubahan iklim juga berdampak pada ketersediaan nutrisi dalam tanah (Wahyuanto, 2023). Proses dekomposisi bahan organik, yang bergantung pada suhu dan kelembaban tanah, dapat terganggu, mengakibatkan penurunan kesuburan tanah (Hidayatullah & Aulia, 2020). Untuk mengatasi hal ini, partisipasi petani dalam kegiatan pembuatan pupuk organik menjadi salah satu gerakan pertanian pro-organik yang berperan penting dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan dan kemandirian petani menghadapi mahalnya pupuk kimia (Fitriani et al., 2023).

Selain degradasi tanah, kondisi lahan pertanian yang miring dan tidak diikutinya aktivitas pertanian dengan praktek konservasi tanah dan air (KTA) yang tepat, dapat berakibat terjadinya erosi. Pengolahan lahan terus menerus tanpa penerapan tindakan konservasi pada berbagai jenis penggunaan lahan dapat memperbesar erosi, pelapukan, dan pencucian hara mineral yang intensif di bawah iklim tropika basah sehingga menyebabkan tanah-tanah menjadi rusak, miskin dan tidak subur (Siswanto et al., 2021). Oleh karena itu, pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) melalui penerapan teknik KTA sangat diperlukan untuk menjaga stabilitas hidrologi dan kesuburan lahan.

Penerapan KTA vegetatif, seperti penggunaan tanaman tegakan, sayuran dan rerumputan berakar kuat dapat mengurangi erosi dan memperbaiki struktur tanah. Kanopi tanaman berperan melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan (Huang et al., 2019), sedangkan sistem perakaran legum dan rumput membantu meningkatkan infiltrasi air serta mengurangi kehilangan air melalui evapotranspirasi (Kristofery et al., 2019).

Salah satu inovasi Konservasi Tanah dan Air (KTA) yang kini banyak dikembangkan adalah teknologi *soil bioengineering*. Metode ini mengombinasikan fungsi biologis akar tanaman dengan

kekuatan mekanis tanah untuk meningkatkan kestabilan lahan dan mengurangi erosi. Prinsip dasar *soil bioengineering* adalah penggunaan tanaman hidup atau bagian tanaman mati yang disusun dalam struktu teknik untuk menahan gerakan tanah, memperkuat kestabilan lereng, serta memperbaiki keseimbangan air tanah (Tejakusuma, 2016; Prariz et al., 2024).

Soil bioengineering terbukti menjadi solusi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dibandingkan teknik struktural konvensional. Walaupun tidak selalu lebih murah di awal, dalam jangka panjang teknik ini lebih ekonomis karena memiliki daya tahan dan manfaat ekologis yang tinggi (Sittadewi, 2017). Dari sisi ekonomi, keberlanjutan penerapan teknologi pertanian juga perlu mempertimbangkan efisiensi biaya dan kelayakan finansial. Penelitian Fitriani et al., (2019) menunjukkan bahwa efisiensi pengelolaan finansial menjadi faktor dalam menjaga keberlanjutan agribisnis berbasis komoditas lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur biaya, penerimaan dan pendapatan usahatani padi, menganalisis perbandingan biaya, hasil produksi dan pendapatan antara petani penerap dan non-penerap *soil bioengineering*, menganalisis faktor-faktor produksi yang memengaruhi produksi padi melalui model *cobb-douglas*, dan menganalisis tingkat elastisitas produksi usahatani padi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Tulus Rejo Kecamatan Pekalongan Kabupaten Lampung Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa di Desa ini merupakan salah satu desa penghasil padi. Di desa ini telah terdapat beberapa inisiatif yang menunjukkan penerapan teknologi *bioengineering* tanah seperti penggunaan tanaman tertutup untuk mencegah erosi dan meningkatkan kesuburan tanah. Pengumpulan data dilakukan mulai bulan Januari sampai dengan April 2025.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan survei lapangan (*field survey*). Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis hubungan antar variabel ekonomi produksi secara empiris menggunakan model statistik (fungsi produksi *cobb-douglas*). Metode survei dipilih karena data utama diperoleh melalui wawancara langsung dengan responden petani menggunakan kuesioner terstruktur, sehingga mampu menggambarkan kondisi aktual penerapan *soil bioengineering* di lapangan.

Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel utama, yaitu variabel dependen (terikat) dan variabel independen (bebas). Variabel-variabel tersebut dimasukkan ke dalam model fungsi produksi *cobb-douglas*, dengan bentuk umum sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 D + e$$

Pada bentuk logaritma natural (linear berganda):

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 D + e$$

Keterangan:

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ = koefisien regresi yang menggambarkan elastisitas produksi masing-masing input

Teknik penarikan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *cluster random sampling*. Teknik ini dipilih karena populasi petani di Desa Tulus Rejo terbagi ke dalam beberapa kelompok tani dengan karakteristik lahan yang relatif homogen di dalam kluster, tetapi heterogeny antar kluster. Prosedur penarikan sampel dilakukan sebagai berikut:

1. Penentuan kluster awal berdasarkan kelompok tani di wilayah penelitian yang berlokasi di daerah aliran sungai (DAS).
2. Dari setiap kluster, dilakukan pemilihan responden secara acak untuk mewakili dua kategori, yaitu:
 - a. Petani penerap *soil bioengineering*
 - b. Petani non-penerap *soil bioengineering*
3. Jumlah total responden sebanyak 37 petani, yang terdiri dari:
 - a. 26 petani penerap *soil bioengineering*
 - b. 11 Petani non-penerap *soil bioengineering*

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Diperoleh secara langsung dari responden petani melalui kegiatan survei lapang dengan menggunakan kuesioner terstruktur. Kuesioner disusun untuk mengumpulkan informasi terkait:

- a. Karakteristik social ekonomi petani
- b. Luas lahan garapan, jumlah benih, penggunaan pupuk dan pestisida
- c. Biaya produksi, penerimaan dan pendapatan usahatani padi
- d. Tingkat penerapan *soil bioengineering*

Wawancara dilakukan secara langsung di lahan ataupun rumah petani menggunakan teknik *face to face interview* untuk memastikan keakuratan data.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber resmi seperti:

- a. Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung dan Kabupaten Lampung Timur
- b. Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan
- c. Laporan kelompok tani dan penyuluh lapang
- d. Literatur ilmiah seperti jurnal, buku dan hasil penelitian terdahulu yang relevan

Rancangan analisis data pada penelitian ini disusun untuk menjawab tujuan penelitian secara bertahap, baik dari aspek deskriptif maupun inferensial. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Analisis Biaya, Penerimaan dan Pendapatan Usahatani

Analisis ini digunakan untuk menghitung besarnya biaya total, penerimaan dan pendapatan bersih pada masing-masing kelompok petani penerap dan non-penerap *soil bioengineering*. Perhitungan dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

- a. Total Biaya (TC) = Biaya Tetap (TFC) + Biaya Variabel (TVC)
- b. Penerimaan (TR) = Harga (P) x Jumlah Produksi (Q)
- c. Pendapatan (Π) = TR - TC
- d. R/C Ratio = TR / TC
- e. B/C Ratio = $(TR - TC) / TC$

2. Uji Statistik Non-Parametrik (*Mann Whitney U Test*)

Uji ini digunakan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok petani penerap dan non-penerap *soil bioengineering* terhadap variable total biaya, total produksi dan pendapatan. Uji *Mann-Whitney U Test* dipilih karena data yang digunakan tidak terdistribusi secara normal berdasarkan hasil uji *Shapiro-Wilk*.

3. Analisis Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Analisis ini digunakan untuk menganalisis pengaruh variable-variabel produksi (luas lahan, benih, pupuk, pestisida dan *soil bioengineering*) terhadap produksi padi. Model *Cobb-Douglas* diestimasi dengan metode *Ordinary Least Square* dalam bentuk logaritma natural. Persamaan model:

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 D + e$$

Keterangan:

Y = Produksi padi (kg)

X1 = Luas lahan

X2 = Benih

X3 = Pupuk

X4 = Pestisida

D = *Dummy soil bioengineering* (1 = penerap, 0 = non-penerap)

e = *Error term*, pengaruh faktor-faktor lain di luar model terhadap variabel Y

4. Analisis Elastisitas Produksi

Analisis ini digunakan untuk menganalisis tingkat kepekaan hasil produksi terhadap perubahan penggunaan faktor-faktor input. Melalui pengukuran elastisitas produksi, dapat diketahui sejauh mana peningkatan atau penurunan suatu input dapat memengaruhi output yang dihasilkan. Analisis ini dihitung dengan menjumlahkan nilai koefisien. Jumlah seluruh koefisien ($\Sigma\beta$) digunakan untuk menentukan kondisi *return to scale*, yaitu:

- a. $\Sigma\beta < 1$ = *Decreasing Return to Scale*
- b. $\Sigma\beta = 1$ = *Constant Return to Scale*
- c. $\Sigma\beta > 1$ = *Increasing Return to Scale*

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 D + e$$

Keterangan:

Y = Produksi padi (kg)

X₁ = Luas lahan

X₂ = Benih

X₃ = Pupuk

X₄ = Pestisida

D = *Dummy soil bioengineering* (1 = penerap, 0 = non-penerap)

e = *Error term*, pengaruh faktor-faktor lain di luar model terhadap variabel Y

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Usahatani Padi

1. Biaya Produksi

Total biaya merupakan komponen utama dalam analisis biaya produksi karena mencerminkan keseluruhan pengeluaran yang dikeluarkan selama proses produksi berlangsung. Pada penelitian ini, total biaya mencakup seluruh biaya tetap dan biaya variabel, yang meliputi biaya untuk pembelian bahan baku serta pengeluaran untuk tenaga kerja, penyusutan peralatan, sewa dan pajak lahan serta biaya penerapan *soil bioengineering*. Rerata total biaya para petani di Desa Tulus Rejo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Total Biaya Satu Musim Tanam

No	Biaya	Jumlah Biaya					
		Penerap (Rp)	Non- Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)	Penerap (Rp)	Non- Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)
		0,65 Ha	0,37 Ha	0,56 Ha		1 Hektar	
1	Biaya Tetap	523.167	327.600	472.439	804.873	885.406	843.641
2	Biaya Variabel	3.745.860	3.223.000	3.611.824	5.762.862	8.710.811	6.449.686
	Total	4.269.027	3.550.600	4.084.263	6.567.735	9.596.217	7.293.327

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 1. menunjukkan rerata total biaya produksi yang dikeluarkan oleh petani penerap *soil bioengineering* sebesar Rp 6.567.735 per hektar, sedangkan pada kelompok non-penerap sebesar Rp 9.596.217 per hektar. Rerata keseluruhan petani mengeluarkan biaya sebesar Rp 7.293.327 per hektar. Perbedaan biaya antara kedua kelompok mencapai sekitar Rp 3.028.482 per hektar yang menunjukkan bahwa penerapan *soil bioengineering* mampu menekan biaya produksi secara signifikan.

2. Penerimaan

Penerimaan yang diperoleh oleh petani ialah hasil dari penjualan produk pertanian selama satu kali musim tanam. Besarnya penerimaan dipengaruhi oleh jumlah produksi yang dihasilkan dan harga

jual komoditas. Semakin tinggi volume produksi dan harga jual yang diterima, maka semakin besar pula penerimaan yang didapat. Rerata penerimaan petani dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Penerimaan Satu Musim Tanam

No	Penerimaan	Jumlah Penerimaan					
		Penerap (Rp)	Non-Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)	Penerap (Rp)	Non-Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)
		0,65 Ha	0,37 Ha	0,56 Ha	1 Hektar		
1	Penerimaan	27.577.600	16.007.273	24.565.405	42.427.077	43.262.899	43.866.795

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 2. menunjukkan bahwa rerata penerimaan petani penerap *soil bioengineering* sebesar Rp 27.577.600 pada rerata luas lahan 0,65 hektar, sedangkan petani non-penerap memperoleh penerimaan sebesar Rp 16.007.273 pada rerata luas lahan 0,37 hektar. Jika dikonversikan pada satuan satu hektar, maka penerimaan petani penerap mencapai Rp 42.427.077 dan petani non-penerap sebesar Rp 43.262.899. Hasil ini menunjukkan bahwa secara nominal, penerimaan per hektar antara penerap dan non-penerap tidak jauh berbeda.

3. Pendapatan

Pendapatan petani padi diperoleh dari selisih antara total penerimaan dengan total biaya yang dikeluarkan selama proses produksi berlangsung. Pendapatan menjadi indikator utama untuk menilai tingkat keuntungan dan kesejahteraan petani karena menunjukkan besarnya hasil bersih yang benar-benar diterima setelah dikurangi seluruh biaya produksi, baik biaya tetap maupun biaya variabel. Rerata pendapatan petani dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Pendapatan Satu Musim Tanam

No	Pendapatan	Jumlah Pendapatan					
		Penerap (Rp)	Non-Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)	Penerap (Rp)	Non-Penerap (Rp)	Seluruh Petani (Rp)
		0,65 Ha	0,37 Ha	0,56 Ha	1 Hektar		
1	Pendapatan	23.308.573	12.456.673	20.481.142	35.859.343	33.666.683	36.573.468

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 3. menunjukkan bahwa total pendapatan petani penerap *soil bioengineering* sebesar Rp 23.308.573 pada rerata luas lahan 0,65 hektar, sedangkan petani non-penerap memperoleh pendapatan sebesar Rp 12.456.673 pada rerata luas lahan 0,37 hektar. Jika dikonversikan pada satuan satu hektar, maka pendapatan petani penerap mencapai Rp 35.859.343 dan petani non-penerap sebesar Rp 33.666.683. Hasil ini menunjukkan bahwa petani penerap *soil bioengineering* memiliki pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan petani non-penerap. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penerapan *soil bioengineering* memberikan dampak positif terhadap efisiensi usahatani dan potensi peningkatan keuntungan.

Berdasarkan analisis kelayakan usahatani padi, penilaian terhadap efisiensi kegiatan pertanian menjadi hal yang penting. Salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk mengevaluasi kinerja usahatani padi adalah melalui perhitungan *R/C (Revenue Cost) Ratio* dan *B/C (Benefit Cost) Ratio*. *R/C Ratio* menunjukkan perbandingan antara total penerimaan dan total biaya yang dikeluarkan, sedangkan *B/C Ratio* membandingkan manfaat bersih terhadap total biaya. Kedua rasio ini memberikan gambaran tentang sejauh mana kegiatan usahatani padi menghasilkan keuntungan, serta membantu menentukan apakah suatu usaha layak untuk dilanjutkan atau dikembangkan. Hasil analisis *R/C* dan *B/C Ratio* petani penerap *soil bioengineering* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji R/C Ratio dan B/C Ratio

No	Keterangan	Penerap	Non-	Seluruh	Penerap	Non-	Seluruh
		(Rp)	Penerap	Petani	(Rp)	Penerap	Petani
		0,65 Ha	0,37 Ha	0,56 Ha		1 Hektar	
1	Penerimaan	27.577.600	16.007.273	24.565.405	42.427.073	43.262.899	43.866.795
2	Biaya Produksi						
a.	Biaya Tetap	523.167	327.600	472.439	804.873	885.406	843.641
b.	Biaya Variabel	3.745.860	3.223.000	3.611.824	5.762.862	8.710.811	6.449.686
3	Total Biaya Produksi	4.269.027	3.550.600	4.084.263	6.567.734	9.596.216	7.293.327
4	Keuntungan	23.308.573	12.456.673	20.481.142	35.859.343	33.666.683	36.573.468
R/C Ratio		6,46	4,51	6,01	6,46	4,51	6,01
B/C Ratio		5,46	3,51	5,01	5,46	3,51	5,01

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 4. menunjukkan bahwa efisiensi usahatani dapat juga dilihat dari nilai R/C dan B/C *Ratio*. Petani penerap memiliki R/C *Ratio* sebesar 6,46 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan mampu menghasilkan penerimaan sebesar Rp 6,46 dan memiliki B/C *Ratio* sebesar 5,46 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan menghasilkan keuntungan bersih sebesar Rp 5,46. Petani non-penerap menunjukkan R/C *Ratio* sebesar 4,51 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan mampu menghasilkan penerimaan sebesar Rp 4,51 dan memiliki B/C *Ratio* sebesar 3,51 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan menghasilkan keuntungan bersih sebesar Rp 3,51. Seluruh petani menunjukkan R/C *Ratio* sebesar 6,01 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan mampu menghasilkan penerimaan sebesar Rp 6,01 dan memiliki B/C *Ratio* sebesar 5,01 yang berarti setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan menghasilkan keuntungan bersih sebesar Rp 5,01. Hal in sejalan dengan penilitian yang dilakukan oleh Sutarni et.al (2023) bahwa usahatani padi sawah di Kecamatan Pekalongan memberikan keuntungan dengan nilai R/C *Ratio* > 2 , yang berarti kegiatan tersebut layak dan menguntungkan untuk diusahakan oleh petani di wilayah tersebut.

Analisis Perbandingan Total Biaya, Pendapatan dan Produksi

1. Uji Normalitas

Sebelum menentukan jenis uji statistik yang tepat untuk menganalisis perbedaan total biaya produksi antara kelompok petani yang menerapkan dan tidak menerapkan *soil bioengineering*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap data. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data total biaya produksi pada masing-masing kelompok terdistribusi secara normal. Hal ini penting karena pemilihan uji statistik, apakah uji parametrik seperti Uji T atau non-parametrik seperti *Mann-Whiney U*, sangat bergantung pada terpenuhinya asumsi normalitas data. Jika data terdistribusi normal, maka uji parametrik dapat digunakan, namun jika data tidak normal maka diperlukan uji non-parametrik agar hasil analisis tetap valid dan dapat diinterpretasikan secara tepat. Hasil uji normalitas total biaya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Total Biaya

Kelompok Tani	Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Total Biaya Produksi	Penerap	0,219	26	0,002	0,821	26	0,000
	Non-Penerap	0,371	11	0,000	0,565	11	0,000

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 5, diketahui nilai signifikansi untuk kedua kelompok petani lebih kecil dari 0,05 pada baik uji Kolmogorov-Smirnov maupun Shapiro-Wilk. Hal ini menunjukkan bahwa data total biaya produksi pada kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, data tidak memenuhi asumsi normalitas, sehingga analisis komparatif dapat

dilanjutkan dengan menggunakan uji non-parametrik, yakni *Mann-Whitney U Test*. Hasil uji normalitas produksi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas Pendapatan

Kelompok Tani	Tests of Normality			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Total	Penerap	0,239	26	0,001	0,797	26	0,000
Pendapatan	Non-Penerap	0,236	11	0,087	0,838	11	0,030

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 6, diketahui nilai signifikansi untuk kedua kelompok petani lebih kecil dari 0,05 pada uji *Shapiro-Wilk*. Hal ini menunjukkan bahwa data total biaya produksi pada kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, data tidak memenuhi asumsi normalitas, sehingga analisis komparatif dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji non-parametrik, yakni *Mann-Whitney U Test*. Hasil uji normalitas produksi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Produksi

Kelompok Tani	Tests of Normality			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Total Produksi	Penerap	0,415	26	0,000	0,399	26	0,000
	Non-Penerap	0,135	11	0,200	0,949	11	0,632

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 7, diketahui nilai signifikansi untuk kelompok petani penerap lebih kecil dari 0,05 namun kelompok petani non-penerap lebih besar dari 0,05 pada uji *Shapiro-Wilk*. Hal ini menunjukkan bahwa data total produksi pada salah satu kelompok tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, data tidak memenuhi asumsi normalitas, sehingga analisis komparatif dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji non-parametrik, yakni *Mann-Whitney U Test*.

2. Uji *Mann-Whitney U Test*

Berdasarkan hasil uji normalitas pada total biaya, pendapatan dan produksi, terdapat data yang tidak memenuhi asumsi normalitas karena terdapat data yang tidak berdistribusi normal, maka analisis dilanjutkan dengan pendekatan uji non-parametrik. Pada hal ini, digunakan *Mann-Whitney U Test* karena metode ini sesuai untuk membandingkan dua kelompok yang bersifat independen dengan asumsi data tidak berdistribusi normal. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada total produksi antara petani penerap dan non-penerap *soil bioengineering*. Hasil pengujian menggunakan *Mann-Whitney U Test* total biaya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji *Mann-Whitney U Test* Total Biaya

	Total Biaya Produksi
<i>Mann-Whitney U</i>	31,000
<i>Wilcoxon W</i>	382,000
<i>Z</i>	-3,722
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,000

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney U Test* pada Tabel 8, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 < 0,050 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada total biaya produksi antara kelompok penerap dan non-penerap *soil bioengineering*. Dengan demikian, terbukti bahwa terdapat perbedaan total biaya produksi antara kedua kelompok. Hasil pengujian menggunakan *Mann-Whitney U Test* pendapatan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Mann-Whitney U Test Pendapatan
Test Statistics

	Total Pendapatan
<i>Mann-Whitney U</i>	45,000
<i>Wilcoxon W</i>	111,000
<i>Z</i>	-3,256
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,001

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney U Test* pada Tabel 9, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001 < 0,050 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada total pendapatan antara kelompok penerap dan non-penerap *soil bioengineering*. Dengan demikian, terbukti bahwa terdapat perbedaan total pendapatan antara kedua kelompok. Hasil pengujian menggunakan *Mann-Whitney U Test* produksi dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Mann-Whitney U Test Produksi
Test Statistics

	Total Produksi
<i>Mann-Whitney U</i>	47,500
<i>Wilcoxon W</i>	398,500
<i>Z</i>	-3,176
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,001

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney U Test* pada Tabel 10, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001 < 0,050 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada total produksi antara kelompok penerap dan non-penerap *soil bioengineering*. Dengan demikian, terbukti bahwa terdapat perbedaan total pendapatan antara kedua kelompok.

Analisis Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Fungsi produksi *Cobb-Douglas* merupakan salah satu pendekatan ekonomi yang umum digunakan untuk menganalisis hubungan antara output (hasil produksi) dan berbagai input produksi seperti tenaga kerja, luas lahan dan variabel produksi lainnya. Model ini berguna untuk mengukur seberapa besar kontribusi masing-masing input terhadap total produksi serta mengetahui skala hasil usaha, apakah mengalami *increasing*, *constant*, atau *decreasing return to scale*. Dengan transformasi logaritmik, model faktor produksi *Cobb-Douglas* juga memudahkan analisis regresi dalam penelitian kuantitatif, khususnya dalam sektor pertanian, industri, dan usaha kecil menengah. Penelitian ini, terdapat 1 variabel dependen, 4 variabel independen dan 1 dummy dengan rincian sebagai berikut:

Y : Produksi (kg)

X1 : Luas Lahan (ha)

X2 : Benih (kg)

X3 : Pupuk (kg)

X4 : Pestisida (l)

D : *Soil Bioengineering*

Variabel-variabel tersebut diolah menggunakan SPSS dengan metode *Cobb-Douglas*. Hasil analisis ini digunakan untuk variabel mana yang memberikan pengaruh signifikan, baik secara parsial maupun secara bersama-sama, sehingga dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi peningkatan hasil produktivitas melalui pendekatan *soil bioengineering* secara lebih terarah dan efektif. Hasil uji korelasi fungsi produksi *cobb-douglas* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Koefisiensi Determinasi Fungsi Produksi Cobb-Douglas

Model	R	R Square	Model Summary		Std. Error of the Estimate
			Adjusted R Square		
1	0,995	0,991	0,989		0,04377

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 11, nilai *R Square* atau koefisien determinasi sebesar 0,991 menunjukkan bahwa 99,1% variasi dalam variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen yang digunakan pada model ini. Nilai *R* atau koefisien korelasi yang sangat tinggi yakni 0,995 juga mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat antara variabel-variabel pada model. Nilai *R Square* ini lebih besar dari Permatasari (2018), yaitu sebesar 91,4%. Pengaruh secara simultan akan di uji pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Simultan Fungsi Produksi Cobb-Douglas

Model	Sum of Squares	ANOVA			Sig.
		df	Mean Square	F	
1	Regression	6,225	5	1,245	649,876
	Residual	0,059	31	,002	,000
	Total	6,285	36		

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 12, diketahui nilai *F* hitung sebesar 649,876 dengan nilai *Sig.* 0,000 < 0,05 menunjukkan bahwa secara simultan, variabel-variabel independen dalam model regresi (luas lahan, benih, pupuk, pestisida dan *soil bioengineering*) berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (produksi padi). Hasil analisis ini sejalan dengan temuan Intan (2018) dan Pambagio et al., (2023) yang menunjukkan bahwa variabel independen secara simultan terbukti berpengaruh terhadap produksi. Secara parsial di uji pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Parsial Fungsi Produksi Cobb-Douglas

Model	Coefficients			Beta	t	Sig.
	Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients			
(Constant)	7,711	0,395			19,543	0,000***
Luas Lahan	0,764	0,032		0,909	24,192	0,000***
Benih	0,198	0,085		0,064	2,316	0,027**
Pupuk	0,036	0,016		0,051	2,239	0,032**
Pestisida	0,144	0,052		0,097	2,772	0,009***
Soil Bioengineering	0,034	0,031		0,037	1,092	0,283

Sumber: Data diolah, 2025

Dapat dijelaskan dengan keterangan sebagai berikut:

- a. Signifikan pada taraf 0,1 = *
- b. Signifikan pada taraf 0,05 = **
- c. Signifikan pada taraf 0,001 = ***

Berdasarkan output Tabel 13 *Coefficients*, hasil menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$Y = 7,711 + 0,764X_1 + 0,198X_2 + 0,036X_3 + 0,144X_4 + 0,034d + e$$

Dapat dilihat juga bahwa dari empat variabel independen dan satu variabel *dummy* yang dianalisis, terdapat empat variabel yang memiliki pengaruh signifikan secara parsial terhadap produksi padi, yakni sebagai berikut:

1. Variabel Luas Lahan (X1)

Luas lahan berpengaruh nyata dan signifikan terhadap produksi padi pada taraf 0,01. Koefisien X1 memiliki nilai 0,764 artinya bahwa dengan meningkatkan input luas lahan sebesar satu satuan, maka dapat meningkatkan produksi sebesar 0,764 satuan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa luas lahan berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan produksi padi. Faktor penyebab luas lahan berpengaruh terhadap produksi dikarenakan semakin luas lahan

garapan maka dapat berpengaruh nyata terhadap penambahan produksi yang dilakukan oleh (Laily *et al.*, 2020); (Angelia *et al.*, 2021) dan (Madi *et al.*, 2019).

2. Variabel Benih (X2)

Benih berpengaruh nyata dan signifikan terhadap produksi padi pada taraf 0,05. Koefisien X2 memiliki nilai 0,198 artinya bahwa dengan meningkatkan input benih sebesar satu satuan, maka dapat meningkatkan produksi sebesar 0,198 satuan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa penggunaan benih berkontribusi secara nyata terhadap peningkatan hasil produksi yang dilakukan oleh (Deby *et al.*, 2023); (Fatmawati 2022) dan (Chintya *et al.*, 2012).

3. Variabel Pupuk (X3)

Pupuk berpengaruh nyata dan signifikan terhadap produksi padi pada taraf 0,05. Koefisien X3 memiliki nilai 0,032 artinya bahwa dengan meningkatkan input pupuk sebesar satu satuan, maka dapat meningkatkan produksi sebesar 0,032. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang sama-sama menyimpulkan bahwa input pupuk secara nyata memengaruhi hasil produksi yang dilakukan oleh (Zulkarnain *et al.*, 2022); (Ayu *et al.*, 2019) dan (Chintya *et al.*, 2012). Hasil penelitian Apriyani *et al.*, (2023) juga menunjukkan bahwa penggunaan faktor produksi seperti luas lahan, benih, dan pupuk urea berpengaruh signifikan terhadap produksi padi, namun secara alokatif belum efisien sehingga perlu adanya penyesuaian input agar hasil produksi optimal.

4. Variabel Pestisida (X4)

Penggunaan pestisida berpengaruh nyata dan signifikan terhadap produksi padi pada taraf 0,001. Koefisien X4 memiliki nilai 0,144 artinya bahwa dengan meningkatkan input pestisida sebesar satu satuan, maka meningkatkan produksi sebesar 0,144 satuan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang sama-sama menyimpulkan bahwa pengendalian OPT menggunakan pestisida dan fungisida memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi padi. Signifikansi ini mengindikasikan bahwa pengendalian hama dan penyakit tanaman secara tepat mampu meminimalisasi kerusakan pada fase pertumbuhan padi, sehingga mendukung pertumbuhan yang optimal dan hasil panen yang lebih tinggi yang dilakukan oleh (Mauludil *et al.*, 2024); (Meli *et al.*, 2019).

5. Penerapan *Soil Bioengineering (dummy)*

Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi *soil bioengineering* menunjukkan terjadinya perbedaan yang nyata walau tidak signifikan secara statistik terhadap produksi padi. Koefisien positif sebesar 0,034 dari variabel *dummy* ini mengindikasikan bahwa kelompok petani yang menerapkan *soil bioengineering* memiliki produksi padi yang lebih tinggi dibandingkan kelompok yang tidak menerapkan, dengan selisih sebesar nilai 0,034 satuan. Metode *soil bioengineering* terbukti mampu meningkatkan kekuatan geser tanah dan menegaskan bahwa metode *soil bioengineering* memang mampu meningkatkan kekuatan tanah pada stabilitas lereng.

Analisis Elastisitas Produksi

Elastisitas produksi menggambarkan sejauh mana perubahan pada faktor-faktor produksi seperti luas lahan, benih, pupuk dan pestisida dapat memengaruhi tingkat hasil produksi. Analisis ini penting dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan input serta menentukan strategi peningkatan produksi usahatani secara optimal. Analisis elastisitas produksi pada usahatani bertujuan untuk mengetahui tingkat kepekaan hasil produksi terhadap input yang digunakan petani. Melalui analisis ini, dapat diketahui apakah penggunaan faktor-faktor produksi telah efisien, serta faktor mana yang paling berpengaruh terhadap peningkatan produksi di tingkat petani.

Model fungsi produksi *Cobb-Douglas* secara umum digunakan untuk menganalisis elastisitas produksi, yaitu sejauh mana perubahan faktor-faktor produksi memengaruhi tingkat output. Berdasarkan hasil analisis *Cobb-Douglas* diketahui bahwa nilai koefisien luas lahan sebesar 0,764, benih sebesar 0,198, pupuk sebesar 0,036, pestisida sebesar 0,144 dan *soil bioengineering* sebesar 0,034.

Jika seluruh nilai koefisien dijumlahkan, maka diperoleh nilai elastisitas produksi sebesar 1,176 ($0,764 + 0,198 + 0,036 + 0,144 + 0,034$). Karena nilai ini lebih besar dari 1, maka dapat disimpulkan bahwa usahatani padi berada pada kondisi *increase return to scale*, artinya bahwa penambahan input secara proporsional menghasilkan peningkatan output yang lebih besar secara proporsional juga. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa:

- a. Penggunaan faktor produksi masih efisien untuk ditingkatkan

Usahatani padi masih berada pada fase produksi yang menguntungkan, karena tambahan input masih memberikan tambahan hasil yang lebih besar secara proporsional.

- b. Petani masih memiliki peluang untuk meningkatkan produksi

Pengelolaan input yang tepat, seperti penambahan benih unggul, pemupukan yang optimal dan penggunaan pestisida sesuai dosis maka hasil panen dapat terus ditingkatkan tanpa mengalami penurunan produksi dan produktivitas.

- c. Belum mencapai titik jenuh produksi

Karena skala hasilnya meningkat, maka usahatani belum berada pada tahap decreasing return to scale ($EP < 1$), yang berarti tambahan input belum menyebabkan penurunan efisiensi produksi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sinabang et al., (2021) dan Trasta et al., (2023) yang menunjukkan $EP > 1$, sehingga usahatani padi berada pada kondisi *increase return to scale*. Temuan ini mengindikasikan bahwa usahatani padi masih berada pada fase produksi yang efisien untuk ditingkatkan dan belum mencapai titik jenuh produksi.

KESIMPULAN

1. Rerata biaya usahatani padi pada petani penerap *soil bioengineering* lebih tinggi dibandingkan non-penerap, namun diimbangi dengan penerimaan dan pendapatan yang juga lebih besar. Hal ini menandakan bahwa penerapan teknik *soil bioengineering* memberikan nilai ekonomi yang lebih menguntungkan bagi petani. Petani penerap memiliki nilai R/C Ratio sebesar 6,46 dan B/C Ratio sebesar 5,46, sedangkan petani non-penerap memiliki nilai R/C Ratio sebesar 4,51 dan B/C Ratio sebesar 3,51. Hal ini menandakan bahwa penerapan teknik *soil bioengineering* memberikan nilai ekonomi yang lebih menguntungkan bagi petani.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan pada total biaya, produksi dan pendapatan berdasarkan hasil uji statistik *Mann-Whitney U Test* dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Artinya bahwa penerapan *soil bioengineering* memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan produksi padi.
3. Faktor-faktor produksi yang berpengaruh nyata terhadap hasil produksi padi meliputi luas lahan, benih, pupuk dan pestisida, sedangkan variabel *dummy soil bioengineering* menunjukkan pengaruh positif meskipun secara statistik tidak signifikan, namun secara praktis mampu mendukung peningkatan hasil produksi padi.
4. Elastisitas produksi padi menunjukkan kondisi *increasing return to scale*, yang berarti setiap penambahan input produksi dapat menghasilkan peningkatan output yang lebih besar secara proporsional. Hal ini menunjukkan bahwa usahatani padi di DAS Desa Tulusrejo masih berada pada tahap yang efisien untuk dikembangkan dan memiliki potensi peningkatan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamri, A. (2022). Pengaruh faktor produksi terhadap hasil pertanian: Perspektif ekonomi mikro . *Jurnal Agro Ekonomi* 33(2),, 101–112.
- Anggilina Deby, Y. S. (2023). Analisis efisiensi penggunaan input produksi pada usahatani padi sawah di Kecamatan Nguntoronadi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* , 25(1), 45–53.
- Dewi Chintya, R. W. (2012). Pengaruh penggunaan benih terhadap hasil produksi padi sawah di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro Ekonomi* , 30(3), 215–222.
- Dwi Maharani Ayu, F. H. (2019). Analisis pengaruh faktor-faktor produksi terhadap hasil produksi padi di Kecamatan Kalitengah Kabupaten Lamongan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian* , 5(2), 77–85.
- Fatmawati, D. (2022). Efektivitas penggunaan benih terhadap produktivitas padi di lahan sawah tada hujan. *Jurnal Agribisnis dan Pertanian Berkelaanjutan* , 8(2), 110–118.
- Fitriana Laily, N. N. (2020). Pengaruh faktor produksi terhadap produktivitas usahatani padi sawah di Kabupaten Karawang. *Jurnal Agribisnis dan Agronomi* , 6(1), 22–29.
- Fitriani, F., Sutarni, & Trinanto, T.B (2019). Analisis efisiensi finansial agribisnis komoditas lokal di Provinsi Lampung. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(2), 145—154.

- Fitriani, F., Fatih, C., Sutarni, & Prasmatiwi, F.E. (2021). Keberlanjutan rantai nilai komoditas beras. *Agrimor: Jurnal Agribisnis Lahan Kering*, 6(1), 27-33.
- Fitriani, F., Apriyani, M., & Fatih, C. (2023). Partisipasi petani dalam pupuk organik sebagai strategi pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Agribisnis*, 5(1), 12-20.
- Hidayatullah, R. &. (2020). Dampak perubahan iklim terhadap kualitas tanah dan ketersediaan nutrisi. *Jurnal Agroklimatologi*, 17(2), 74–82.
- Huang, W. L. (2019). Tindakan vegetatif untuk konservasi tanah dan air dalam pengelolaan DAS kecil. *Jurnal Internasional Ilmu Lingkungan*, 14(1), 33–41.
- Iqbal, M. (2023). Optimalisasi produksi padi melalui pendekatan ekologi dan teknologi tepat guna. *Jurnal Agrikultura*, 18(1), 23–34.
- Kristofery, K. W. (2019). Efektivitas tanaman penutup dalam konservasi tanah dan udara. *Jurnal Konservasi Lingkungan*, 12(1), 15–26.
- Lampung, B. P. (2022). Berita Resmi Statistik. 9-14.
- Lampung, B. P. (2023). *Statistik Luas Panen dan Produksi Padi Provinsi Lampung 2021–2022*. Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik.
- Leovita Angelia, R. S. (2021). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 10(2), 115–123.
- Levisa, D., Apriyani, M., Desfaryani, R., & Anggraini, N. (2025). Analisis efisiensi penggunaan faktor produksi pada usahatani padi sawah di Desa Purwosari Kecamatan Batanghari Nuban Lampung Timur. *Journal of Food System and Agribusiness*, 9(1), 77-85.
- Pambagio, R, Sutarni S., Apriyani, M., & Fitriani F. (2023). Analisis pendapatan dan skala usahatani padi organik di Kabupaten Pringsewu. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 9(1), 557-570.
- Permatasari, I. G. (2018). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi sawah di Kecamatan Koto XI Tarusan. *Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 4(2), 87–94.
- Prariz, D. W. (2024). Pemanfaatan menghilangkan lereng bioteknologi untuk pembangunan Ibu Kota Negara baru di Kalimantan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. *Jurnal Rekayasa Lingkungan dan Infrastruktur*, 10(1), 1–10.
- Putra Zetrah Madi, A. H. (2019). Analisis pengaruh luas lahan dan penggunaan input terhadap produksi padi di lahan sawah irigasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(3), 190–197.
- Sari, N. P., Trisnanto, T. B., Apriyani, M., & Sutarni. (2023). Analisis pendapatan usahatani padi sawah di Kecamatan Pekalongan Kabupaten Lampung Timur. *Mimbar Agribisnis*, 9(2), 2829-2838.
- Seprianti Nopita, L. Y. (2023). Kontribusi pengendalian hama terpadu terhadap hasil panen padi di lahan irigasi teknis. *Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, 11(3), 141–150.
- Sinabang, L, Anggraeni, D, & Aliudin, A. (2021). Elastisitas produksi dan efisiensi penggunaan faktor produksi padi sawah pada berbagai tingkat luas lahan garapan di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 3(2), 311-326.
- Siswanto, A. N. (2021). Erosi tanah di lahan miring dan pengaruh konservasi tanah dan udara. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 19(1), 35–46.
- Sittadewi, E. H. (2017). Peran Vegetasi Dalam Aplikasi Soil Bioengineering. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 30-31.
- Susanti Meli, W. R. (2019). Dampak penggunaan pestisida terhadap produktivitas padi sawah di Kecamatan Cibadak. *Jurnal Pertanian Terapan*, 6(2), 88–95.
- Tejakusuma, I. S. (2016). Bioteknologi tanah dan peranannya dalam geologi lingkungan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan*, 12(2), 90–97.
- Trasta, C. E., Apriyani, M., Trisnanto, T. B., Sutarni, S. (2023). Analisis pendapatan dan skala usahatani jagung di Desa Singgamanik Kecamatan Munte Kabupaten Karo. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 9(1) 700-713.
- Wahyuanto, E. (2023). Pengaruh perubahan iklim terhadap kesuburan tanah di lahan pertanian tropis. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 6(1), 19–27.

- Wahyuanto, E. P. (2024). Peran cuaca ekstrem terhadap degradasi tanah: Studi kasus di daerah aliran sungai. *Jurnal Agroklimat*, 8(1), 31–40.
- Zulkarnain, A. S. (2022). Efisiensi penggunaan pupuk dalam meningkatkan produktivitas usahatani padi sawah di lahan irigasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*, 7(1), 33–41.