

## **Valuation of the Multifunctional Economic Value of Paddy Fields: Corn Production, Oxygen Supply Services, and Cultural Preservation in Dukun District, Gresik Regency**

**Valuasi Nilai Ekonomi Multifungsi Lahan Sawah: Produksi Jagung, Jasa Penyedia Oksigen, dan Pelestarian Budaya di Kecamatan Dukun Kabupaten Gresik**

Markus Patiung<sup>1\*</sup>, Hamdi Sarimaryoni<sup>2</sup>, dan Ernawati<sup>3</sup>

**Corresponding Author:** [markus\\_patiung@uwks.ac.id](mailto:markus_patiung@uwks.ac.id)

<sup>1,2,3</sup> Agribusiness Study Program, Faculty of Agriculture, Wijaya Kusuma Surabaya University, Indonesia.

### **ARTICLE**

#### **HISTORY:**

Received:  
Nov 28, 2025  
Revised:  
Jun 24, 2026  
Accepted:  
Jun 27, 2026  
Published:  
Jun 28, 2026

#### **Abstract**

*Paddy fields are multifunctional ecosystems that provide high-value environmental services in addition to food production. However, these services have not yet been factored into the economic value of agriculture. This leads to market failure and accelerates land-use change. This study conducted an integrated economic valuation of 110 hectares of paddy fields planted with maize in Dukun Sub-district, Gresik Regency, East Java. The study aimed to calculate the economic value of maize production, the ecosystem service of oxygen provision, and the value of cultural preservation. It integrated the market price method (MPM), the replacement cost method (RCM) and the Contingent Valuation Method (CVM) across 160 respondents. The results show that maize production generates an economic value of Rp7.1 billion year<sup>-1</sup> from a total maize yield of 1,980,000 kg. The ecosystem service of oxygen provision results in oxygen production of 10,397,596 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> year<sup>-1</sup>, with an estimated economic value of Rp207.95 billion year<sup>-1</sup>. The value of cultural preservation, measured using the CVM method, yielded an average WTP of Rp350,000 person<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (Rp29,167 person<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>) and a WTA of Rp1,500,000 person<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> (Rp18,000,000 person<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). These results underscore the vital role of ecosystem services, which have long been overlooked. These findings provide an empirical basis for the development of a Payment for Ecosystem Services (PES) scheme to compensate farmers for the ecosystem services they provide and to integrate this into the national environmental economic valuation framework, in support of Indonesia's reporting on SDGs 2, SDGs 13 and SDGs 15.*

**Keywords:** economic valuation; ecosystem services; maize production; oxygen production; paddy fields.

#### **Abstrak**

Lahan sawah merupakan ekosistem multifungsi yang menyediakan jasa lingkungan bernilai tinggi selain produksi pangan. Namun, jasa ini belum diperhitungkan dalam nilai ekonomi pertanian. Hal ini menyebabkan kegagalan pasar dan mempercepat alih fungsi lahan. Penelitian ini melakukan valuasi ekonomi terpadu pada 110 hektar sawah yang ditanami jagung di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai ekonomi dari produksi jagung, jasa ekosistem penyedia oksigen, dan nilai pilihan pelestarian budaya. Penelitian ini mengintegrasikan *market price method* (MPM), *replacement cost method* (RCM), dan *Contingent Valuation Method* (CVM) terhadap 160 responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi jagung menghasilkan nilai ekonomi sebesar Rp7,1 miliar tahun<sup>-1</sup> dari total produksi jagung sebanyak 1.980.000 kg. Jasa ekosistem sebagai penyedia oksigen menghasilkan produksi oksigen sebanyak 10.397.596 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> tahun<sup>-1</sup> dengan estimasi nilai ekonomi sebesar Rp207,95 miliar tahun<sup>-1</sup>. Nilai pilihan sebagai pelestarian budaya diukur dengan metode CVM, menghasilkan rata-rata WTP sebesar Rp350.000 orang<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> (Rp.29.167 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup>) dan WTA sebesar Rp1.500.000 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup> (Rp18.000.000 orang<sup>-1</sup>tahun<sup>-1</sup>). Hasil ini menegaskan peran penting dari jasa ekosistem yang selama ini terabaikan. Temuan ini memberikan dasar empiris bagi pengembangan skema Payment Ecosystem Services (PES) untuk mengompensasi petani atas jasa ekosistem yang dihasilkan dan mengintegrasikannya ke dalam kerangka nilai ekonomi lingkungan nasional dalam mendukung pelaporan Indonesia terhadap SDGs 2, SDGs 13, dan SDGs 15.

**Kata kunci:** DEA; efisiensi manajerial; efisiensi skala; jagung hibrida; return to scale.

## 1. PENDAHULUAN

Lahan pertanian merupakan fondasi utama bagi ketahanan pangan global termasuk Asia, dimana lahan sawah menjadi penghasil utama pangan masyarakat (Bandumula, 2018; Timmer, 2014; Varma, 2017). Sama halnya dengan lahan pertanian di Indonesia, yang memiliki fungsi sebagai sumber produksi pangan nasional (Frimawaty et al., 2013; Kusumawardani et al., 2021; Panuju et al., 2013). Lahan pertanian memiliki peran penting sebagai penunjang kehidupan sebagian besar penduduk Indonesia dalam menyediakan pangan. Lahan pertanian di Indonesia memiliki fungsi ekonomi ganda yakni sebagai sumber penghidupan petani dan sebagai penopang sistem pangan (Fadhilah et al., 2025). Peningkatan kebutuhan pangan juga dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang sangat pesat (Andaresta et al., 2024; Della Fisca Azzalia & Sudarsana Arka, 2025). Indonesia sebagai negara agraris menghadapi tantangan besar dalam menjaga sistem pertanian, baik dari aspek sosial, ekonomi, maupun lingkungan (Purwandari et al., 2025). Dinamika perubahan tata guna lahan serta tekanan ekonomi dan demografi telah mengancam eksistensi lahan sawah produktif (Becker & Angulo, 2019). Fenomena alih fungsi lahan terus meningkat akibat urbanisasi dan industrialisasi (Deng et al., 2024; Huu et al., 2017; Nguyen et al., 2022; I. V. Purba et al., 2025).

Lahan sawah tidak hanya memiliki nilai ekonomi dari hasil panen, tetapi juga dari fungsi ekologiannya seperti penyimpanan karbon, penyedia oksigen, pengendalian banjir, dan konservasi air tanah (Dzulfiqar et al., 2024; Moliju, 2023; Wei et al., 2025). Dalam ekonomi lingkungan, nilai jasa ekosistem sawah selama ini sering diabaikan dalam perhitungan ekonomi konvensional (Fitani, 2024). Valuasi ekonomi lahan sawah dapat dijadikan sebagai instrumen kebijakan publik dalam menghitung manfaat lahan terhadap masyarakat, baik secara langsung melalui hasil produksi maupun tidak langsung melalui jasa lingkungan (Nayak et al., 2019). Valuasi ekonomi lahan pertanian juga menjadi dasar perumusan kebijakan insentif konservasi lahan (Sihombing et al., 2021). Valuasi ekonomi berperan sebagai instrumen untuk menyeimbangkan antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan (Fadhli & Maulana, 2025; B. Purba et al., 2025). Urgensi penelitian ini juga diperkuat oleh fakta bahwa nilai ekonomi jasa ekosistem lahan sawah seringkali terabaikan dalam sistem perencanaan pembangunan daerah. Kondisi ini mempertegas urgensi valuasi ekonomi lahan pertanian sebagai dasar pengambilan kebijakan pembangunan berkelanjutan (Sejati et al., 2020).

Oleh karena itu, penelitian tentang “Valuasi Nilai Ekonomi Multifungsi Lahan Sawah: Produksi Jagung, Jasa Penyedia Oksigen, Dan Pelestarian Budaya Di Kecamatan Dukun Kabupaten Gresik” menjadi krusial guna menjawab tujuan penelitian diantaranya: (1) menghitung nilai ekonomi lahan sawah dari produksi jagung; (2) mengestimasi nilai ekonomi jasa ekosistem sebagai penyedia oksigen; dan (3) mengestimasi nilai ekonomi pilihan pelestarian budaya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perumusan kebijakan perlindungan lahan untuk pertanian berkelanjutan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Pendekatan kuantitatif diintegrasikan dengan perspektif ekonomi lingkungan untuk menghitung nilai ekonomi lahan sawah dari produksi jagung, nilai ekonomi jasa ekosistem sebagai penyedia oksigen, dan nilai pilihan untuk pelestarian budaya. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Luas lahan di lokasi penelitian seluas 110 hektar. Populasi penelitian ini adalah para petani yang memiliki lahan sawah yang ditanami tanaman jagung, dengan jumlah populasi sebanyak 270 petani. Dari jumlah populasi tersebut, dilakukan pengambilan sampel. Metode pengambilan sampel petani dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel yang dipilih adalah petani yang memiliki pengetahuan tentang produksi dan nilai ekonomi lahan sawah. Jumlah sampel yang dipilih sebanyak 160 petani. Sampel diperoleh menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan sebesar 5%, dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Dimana:

$n$  = jumlah sampel,

$N$  = populasi,

$e$  = tingkat kesalahan yang ditetapkan = 5% (0,05).

Data penelitian mengintegrasikan data primer dan data sekunder. Data primer dihimpun melalui proses wawancara kepada responden menggunakan kuesioner. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai jurnal dan artikel ilmiah untuk mendukung dan melengkapi data penelitian. Data usaha tani jagung diperoleh dari petani berdasarkan data rata-rata musim panen yaitu sebanyak dua kali dalam setahun. Data biomassa tanaman jagung diperoleh berdasarkan sampel biomassa. Pengambilan sampel biomassa dilakukan dengan metode *destructive sampling* pada fase *physiological maturity* tanaman jagung. Bagian biomassa di atas permukaan tanah (*aboveground biomass/AGB*) terdiri dari batang, daun, malai dan buah, sedangkan bagian biomassa di bawah permukaan tanah (*belowground biomass/BGB*) terdiri dari akar (Huynh et al., 2021; Jimenez-sierra et al., 2021). Sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C hingga mencapai berat konstan untuk memperoleh berat kering. Data nilai pilihan lahan sawah sebagai pelestarian budaya diperoleh melalui survei kepada petani yang memahami fungsi ekologis lahan sawah.

Metode analisis data menggunakan analisis nilai produksi dan pendapatan usaha tani jagung, analisis biomassa dan produksi oksigen oleh tanaman jagung, dan analisis *contingent valuation method* (CVM) untuk menilai kesediaan petani membayar (*Willingness to Pay/WTP*) dan kesediaan petani menerima kompensasi (*Willingness to Accept/WTA*) mempertahankan lahan sawah sebagai pelestarian budaya. Tahapan analisis datanya sebagai berikut:

### Menghitung Jumlah dan Nilai Ekonomi Produksi Jagung

Nilai ekonomi produksi jagung dihitung menggunakan pendekatan *market price method* berbasis harga pasar. Produksi jagung dihitung menggunakan rumus:

$$Q = Y \times A \times HS$$

Dimana, Q adalah kuantitas produksi jagung (kg tahun<sup>-1</sup>); Y adalah produktivitas jagung (kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>); A adalah luas lahan (ha); dan HS adalah jumlah musim panen (MP). Setelah produksi jagung diketahui, maka dilakukan perhitungan nilai ekonomi dari produksi jagung menggunakan rumus:

$$EV_{jagung} = (Q \times P) - TC$$

Dimana,  $EV_{jagung}$  adalah nilai ekonomi produksi jagung (Rp tahun<sup>-1</sup>); Q adalah kuantitas produksi jagung (kg tahun<sup>-1</sup>); TC adalah biaya total yang digunakan (Rp tahun<sup>-1</sup>).

### Menghitung Jumlah Biomassa Tanaman Jagung

Fungsi sawah sebagai penyedia oksigen termasuk dalam kategori jasa regulasi ekosistem yang tidak diperdagangkan di pasar sehingga memerlukan pendekatan valuasi tidak langsung. Produksi oksigen dari tanaman jagung di sawah diestimasi berdasarkan proses fotosintesis. Rantai derivasi parameter biofisik dimulai dari penentuan populasi tanaman (N), kemudian bobot biomassa basah (WBW), kadar air (MC), biomassa kering bersih (DBW), hingga koefisien produksi oksigen (VO<sub>2</sub>). Langkah awal menghitung kapasitas penyediaan oksigen melalui biomassa tanaman jagung dilakukan dengan menghitung populasi/rumpun tanaman jagung menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{A}{dr \times dc} \times HS$$

Dimana, N adalah jumlah rumpun tanaman jagung (rumpun ha<sup>-1</sup>); A adalah luas lahan (ha); dr adalah jarak baris (cm); dc adalah jarak tanaman (cm); HS adalah jumlah musim panen per tahun (MP). Kemudian, dilakukan perhitungan berat biomassa basah jagung. Berat biomassa basah jagung dihitung menggunakan rumus:

$$WBW = FWC \times N$$

Dimana, WBW adalah berat biomassa basah jagung (kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>); FWC adalah berat segar rumpun jagung (kg); N adalah jumlah rumpun jagung (rumpun ha<sup>-1</sup>). Setelah berat biomassa basah jagung diketahui, dilakukan perhitungan berat biomassa kering jagung. Sebelum menghitung berat biomassa kering, dilakukan perhitungan kadar air rumpun jagung. Kadar air diukur menggunakan metode gravimetri standar (pengeringan oven 105°C hingga mencapai berat konstan) dengan rumus:

$$MC = \frac{FWC - DWC}{FWC} \times 100\%$$

Dimana, MC adalah kadar air rumpun jagung (%); FWC adalah berat segar rumpun jagung (kg); dan DWC adalah berat kering rumpun jagung (kg). Setelah kadar air diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung berat biomassa kering jagung (DBW). Berat biomassa kering jagung dihitung dengan rumus:

$$DBW = WBW \times (1 - MC)$$

Dimana, DBW adalah berat biomassa kering jagung ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ ), WBW adalah berat biomassa basah jagung ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ ), MC adalah kadar air rumpun jagung (%).

### Menghitung Produksi dan Nilai Ekonomi Produksi Oksigen

Produksi oksigen oleh ekosistem lahan sawah diperoleh dari kapasitas biomassa yang dihasilkan oleh lahan sawah yaitu biomassa tanaman jagung. Setelah dilakukan tahap perhitungan biomassa tanaman jagung dan berat biomassa kering jagung diketahui, dilakukan perhitungan massa oksigen yang dihasilkan oleh biomassa kering jagung menggunakan rumus:

$$MO_2 = DBW \times FC \times FO_2$$

Dimana,  $MO_2$  adalah massa oksigen yang dihasilkan oleh biomassa kering jagung ( $\text{kg O}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ ); DBW adalah berat biomassa kering ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ ); FC adalah fraksi karbon dalam biomassa (umumnya 0,45);  $FO_2$  adalah faktor konversi C ke  $O_2 = 2,67$ . Kemudian, dilakukan perhitungan volume bersih produksi oksigen ke dalam satuan meter kubik untuk penyesuaian harga pasar oksigen dengan rumus:

$$VO_2 = \frac{MO_2}{\rho}$$

Dimana,  $VO_2$  adalah volume oksigen yang dihasilkan ( $\text{m}^3 \text{ O}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ );  $MO_2$  adalah massa oksigen yang dihasilkan oleh biomassa kering jagung ( $\text{kg O}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ );  $\rho$  adalah massa jenis oksigen ( $\text{kg m}^{-3}$ ). Massa jenis oksigen dalam kondisi standar (STP:  $0^\circ\text{C}$ , 1 atm) setara dengan  $1,43 \text{ kg m}^{-3}$ . Setelah volume oksigen diketahui, dilakukan perhitungan estimasi nilai ekonomi produksi oksigen dengan pendekatan *replacement cost method* (RCM) menggunakan rumus berikut:

$$EV O_2 = VO_2 \times HO_2$$

Dimana,  $EV O_2$  adalah nilai ekonomi produksi oksigen ( $\text{Rp ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ );  $VO_2$  adalah volume oksigen yang dihasilkan ( $\text{m}^3 \text{ O}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ );  $HO_2$  adalah harga pengganti oksigen ( $\text{Rp m}^{-3} \text{ O}_2$ )

### Menghitung Nilai Ekonomi Pilihan Pelestarian Budaya

Nilai pilihan untuk pelestarian budaya diestimasi dengan pendekatan *contingent valuation method* (CVM). CVM adalah pendekatan baku untuk mengukur nilai ekonomi non-pasar melalui preferensi yang dinyatakan (*stated preference*) mengikuti protokol yang dikembangkan (Bateman et al., 2002). CVM diperoleh dengan pendekatan Willingness to Pay (WTP) dan Willingness to Accept (WTA). WTP dilakukan untuk mengukur besaran sejumlah uang yang bersedia dibayarkan petani dalam mempertahankan lahan sawah sebagai pelestarian budaya. Sedangkan, WTA dilakukan untuk mengukur kompensasi minimal yang bersedia diterima petani agar tidak mengalihfungsikan lahannya. Nilai rata-rata WTP dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\overline{WTP} = \frac{\sum_{i=1}^n WTP_i}{n}$$

Dimana,  $\overline{WTP}$  adalah rata-rata kesediaan membayar petani ( $\text{Rp tahun}^{-1}$ );  $WTP_i$  adalah nilai kesediaan membayar petani ke-i untuk mempertahankan lahan sawah sebagai pelestarian budaya ( $\text{Rp tahun}^{-1}$ ); n adalah jumlah responden (orang). Lalu, dilakukan perhitungan nilai rata-rata WTA menggunakan rumus berikut:

$$\overline{WTA} = \frac{\sum_{i=1}^n WTA_i}{n}$$

Dimana,  $\overline{WTA}$  adalah rata-rata kesediaan menerima kompensasi minimal petani ( $\text{Rp tahun}^{-1}$ );  $WTA_i$  adalah nilai kesediaan menerima kompensasi minimal oleh petani ke-i untuk mempertahankan lahan sawah sebagai pelestarian budaya ( $\text{Rp tahun}^{-1}$ ); n adalah jumlah responden (orang).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Responden

Sebelum melakukan analisis data utama, dilakukan deskripsi karakteristik responden untuk memperoleh gambaran profil petani yang menjadi sampel penelitian. Karakteristik ini mencakup distribusi usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, dan pekerjaan utama responden, sebagaimana disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Usia	20 – 25	0	0,00
	26 – 30	15	9,38
	31 – 35	40	25,00
	36 – 40	45	28,13
	>40	60	37,50
	Total	160	100,00
Jenis Kelamin	Laki – laki	153	95,63
	Perempuan	7	4,38
	Total	160	100,00
Tingkat Pendidikan	SD	73	45,63
	SMP/Sederajat	31	19,38
	SMA/Sederajat	47	29,38
	Diploma	0	0,00
	Sarjana	9	5,63
	Pascasarjana	0	0,00
Total	160	100,00	
Pekerjaan Utama	Petani	138	86,25
	PNS	4	2,50
	Karyawan Swasta	0	0,00
	Pedagang	0	0,00
	Lainnya	18	11,25
	Total	160	100,00

Sumber: Data primer diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 1, kelompok usia di atas 40 tahun mendominasi (37,50%, n=60), mengindikasikan rata-rata petani berada pada usia tua dan kurangnya regenerasi. Responden laki-laki mendominasi (95,63%), mencerminkan struktur sosio-kultural usaha tani yang masih didominasi tenaga kerja laki-laki. Tingkat pendidikan relatif rendah, dengan 45,63% hanya tamatan SD, yang secara teoritis dapat memengaruhi persepsi nilai ekosistem dan keputusan WTP/WTA. Secara kualitatif, petani dengan pendidikan lebih tinggi (SMA/Sarjana) cenderung memiliki kesadaran ekologis yang lebih baik dan WTA yang lebih tinggi. Komposisi pekerjaan (86,25% petani murni) mengonfirmasi bahwa sampel secara dominan diwakili oleh petani yang bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber penghidupan utama.

#### Produksi dan Nilai Ekonomi Budidaya Jagung

Produksi jagung dihitung berdasarkan luas lahan tanam 110 ha dengan produktivitas rata-rata 9.000 kg ha<sup>-1</sup> dan dua musim panen per tahun. Substitusi pada persamaan produksi jagung menghasilkan  $Q = 9.000 \times 110 \times 2 = 1.980.000$  kg tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 18.000 kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>. Total produksi 1.980.000 kg tahun<sup>-1</sup> mencerminkan kapasitas lahan memproduksi jagung dalam menyediakan bahan pangan pokok. Nilai ekonomi bersih dari produksi jagung dihitung berdasarkan selisih antara total penerimaan dan total biaya produksi yang digunakan. Dengan harga jagung pada tingkat petani Rp5.800 kg<sup>-1</sup> dan total biaya produksi untuk 110 ha selama satu tahun sebesar Rp4.400.000.000 (setara Rp40.000.000 ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>), pada persamaan nilai ekonomi bersih produksi jagung diperoleh  $EV_{\text{jagung}} = (1.980.000 \times 5.800) - 4.400.000.000 = 11.484.000.000 - 4.400.000.000 = \text{Rp}7.084.000.000$  tahun<sup>-1</sup>. Nilai ini setara dengan Rp64.400.000 ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu di Indonesia tentang nilai ekonomi produksi jagung berkisar antara Rp55 – 70 juta hektar<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> (Natsir & Mardiyati, 2024; Sitohang & Tambunan, 2025).

#### Biomassa Tanaman Jagung

Sebelum menghitung nilai ekonomi jasa ekosistem lahan sawah sebagai penyedia oksigen, biofisik lahan harus dihitung secara tepat pada pengukuran lapangan. Berdasarkan jarak tanam yang

digunakan petani (jarak baris  $d_r = 0,4$  m; jarak tanaman  $d_c = 0,2$  m), pada lahan seluas 110 ha dengan dua musim tanam per tahun, substitusi pada persamaan jumlah rumpun tanaman jagung yang dipanen secara produktif diperoleh  $N = (1.100.000 / 0,08) \times 2 = 27.500.000$  rumpun tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 250.000 rumpun ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>. Kerapatan populasi tersebut menjadi faktor penentu jumlah biomassa lahan dari segi komoditas jagung yang dibudidayakan oleh petani.

Hasil pengukuran yang dilakukan, berat segar satu rumpun tanaman jagung (FWC) sekitar 1,5 kg per rumpun. Dimana dalam satu rumpun jagung terdiri dari 2 tanaman jagung yang mencakup batang, daun, buah dan akar. Dari hasil tersebut, kemudian dilakukan pengukuran berat biomassa basah jagung total per hektar dalam setahun. Substitusi nilai pada persamaan berat biomassa basah, diperoleh  $WBW = 1,5 \times 250.000 = 375.000$  kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 41.250.000 kg tahun<sup>-1</sup> untuk seluruh luas lahan penelitian di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik.

Setelah berat biomassa basah diketahui, dilakukan pengukuran kadar air. Dengan berat segar satu rumpun jagung (FWC) = 1,5 kg dan berat kering satu rumpun jagung (DWC) = 0,45 kg, diperoleh MC sebesar 70%. Nilai ini berada dalam kisaran ekofisiologi tanaman jagung pada fase panen (65 – 75%). Biomassa kering jagung kemudian dihitung melalui pengurangan kadar air dalam biomassa dan diperoleh  $DBW = 375.000 \times (1 - 0,7) = 112.500$  kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 12.375.000 kg tahun<sup>-1</sup> untuk seluruh luas lahan penelitian di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Berat biomassa kering ini merepresentasikan *Net Primary Production* (NPP) lahan dengan komoditas jagung. Nilai tersebut merupakan total bahan organik yang diakumulasikan melalui fotosintesis bersih tanaman jagung selama satu tahun dengan 2 kali siklus tanam.

### Produksi dan Nilai Ekonomi Produksi Oksigen

Setelah berat biomassa kering tanaman jagung diperoleh, dilakukan perhitungan produksi oksigen oleh lahan melalui biomassa jagung. Koefisien produksi oksigen diturunkan dari stoikiometri reaksi fotosintesis ( $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ ), dimana rasio massa molekul  $O_2$  terhadap C yang diasimilasi adalah  $FO_2 = (6 \times 32) / (6 \times 12) = 2,67$ . Dengan fraksi karbon biomassa (FC) = 0,45 sesuai standar IPCC (2006) untuk tanaman C4, substitusi nilai pada persamaan massa oksigen yang dihasilkan oleh biomassa kering jagung diperoleh  $MO_2 = 112.500 \times 0,45 \times 2,67 = 135.168,75$  kg  $O_2$  ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 14.868.562,5 kg  $O_2$  tahun<sup>-1</sup> untuk seluruh luas lahan penelitian di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Setelah massa oksigen yang dihasilkan oleh biomassa kering jagung diperoleh, dilakukan substitusi pada persamaan volume produksi oksigen dan diperoleh  $VO_2 = 135.168,75 / 1,43 = 94.523,60$  m<sup>3</sup>  $O_2$  ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan 10.397.596 m<sup>3</sup>  $O_2$  tahun<sup>-1</sup> untuk seluruh luas lahan penelitian di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik.

Dari hasil produksi oksigen ( $VO_2$ ) yang dihasilkan, nilai ekonomi jasa penyedia oksigen dihitung menggunakan *replacement cost method* yang mengacu pada harga oksigen komersial/medis di pasar domestik Indonesia. Berdasarkan harga oksigen dari halodoc.com (halodoc, 2026), harga 1 m<sup>3</sup> oksigen berkisar Rp20.000 hingga Rp50.000. Dengan mengacu pada harga terendah yaitu Rp.20.000 m<sup>-3</sup>, diperoleh nilai ekonomi jasa ekosistem lahan sawah sebagai penyedia oksigen ( $EV O_2$ ) =  $94.523,60 \times 20.000 = Rp1.890.472.000$  ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> atau kurang lebih sama dengan Rp207.951.920.000 tahun<sup>-1</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa lahan jagung seluas 110 ha dapat menghasilkan jasa ekosistem senilai Rp207,95 miliar tahun<sup>-1</sup>, hanya dari fungsi penyediaan oksigen. Hasil tersebut merupakan sebuah eksternalitas positif yang sepenuhnya tidak terhitung dalam harga pasar komoditas jagung.

Produksi dan nilai ekonomi produksi oksigen ini cukup tinggi dibandingkan dengan hutan tropis. Hal ini dikarenakan tanaman jenis sereal berfotosintesis lebih cepat dan efisien dibandingkan pepohonan dan menggunakan jalur fotosintesis C4, yang mampu menghasilkan biomassa hingga 50% lebih tinggi daripada tanaman pepohonan atau perdu yang menggunakan jalur C3 (Muhie, 2022). Jika dibandingkan berdasarkan luas area yang sama (misalnya 1 hektar), padang rumput atau lahan dengan tanaman hijau rapat terkadang bisa menghasilkan oksigen yang setara atau bahkan lebih banyak daripada hutan pepohonan. Ini terjadi karena tanaman kecil tumbuh lebih rapat dan memiliki rasio luas daun (*Leaf Area Index*) yang sangat padat dibandingkan jarak antar pohon di hutan. Namun, produksi oksigennya ini bersifat musiman dan bukan sebagai produksi oksigen permanen.

Nilai ekonomi yang dihasilkan merepresentasikan *regulating services* yang memberikan manfaat bagi kualitas lingkungan masyarakat sekitar namun tidak terkompensasi melalui mekanisme harga pasar. Kondisi ini menegaskan urgensi penerapan skema PES, di mana petani

sebagai penyedia jasa ekosistem perlu mendapatkan kompensasi yang proporsional dengan manfaat lingkungan lahan sawah yang dihasilkan.

**Nilai Pilihan: *Willingness to Pay (WTP)* dan *Willingness to Accept (WTA)***

Analisis WTP dilakukan untuk mengukur besaran sejumlah uang yang bersedia dibayarkan oleh petani untuk tetap mempertahankan lahan sawahnya sebagai bentuk pelestarian budaya. Berdasarkan survei terhadap 160 petani, diperoleh:

Tabel 2. Hasil Estimasi Nilai *Willingness to Pay (WTP)* Masyarakat

Keterangan	Nilai Bulanan	Nilai Tahunan
Total <i>Willingness to Pay (WTP)</i>	Rp4.666.720	Rp56.000.000
Rata-rata <i>Willingness to Pay (WTP)</i>	Rp29.167 orang <sup>-1</sup>	Rp350.000 orang <sup>-1</sup>

Sumber: Data primer, diolah (2026)

Rata-rata WTP sebesar Rp350.000 orang<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> mencerminkan kesediaan petani membayar untuk menjaga keberadaan fungsi ekosistem lahan sawah baik itu dalam bentuk jasa ekosistem maupun sebagai bentuk pelestarian budaya. Nilai ini, apabila dikonversi ke satuan bulanan, setara dengan Rp29.167 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup>. Jumlah ini relatif terjangkau sebagai kontribusi terhadap pemeliharaan jasa lingkungan lahan sawah. Sedangkan hasil survei WTA terhadap 160 petani untuk mengukur kompensasi minimal bulanan yang bersedia diterima sebagai imbalan atas kesediaannya mempertahankan fungsi lahan sawah dan menolak tawaran alih fungsi, diperoleh:

Tabel 3. Hasil Estimasi Nilai *Willingness to Accept (WTA)* Petani

Keterangan	Nilai Bulanan	Nilai Tahunan
Total <i>Willingness to Accept (WTA)</i>	Rp240.000.000	Rp2.880.000.000
Rata-rata WTA per petani	Rp1.500.000 orang <sup>-1</sup>	Rp18.000.000 orang <sup>-1</sup>

Sumber: Data primer, diolah (2026)

Rata-rata WTA sebesar Rp18.000.000 orang<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> mencerminkan kesediaan petani menerima kompensasi untuk menjaga keberadaan fungsi ekosistem lahan sawah baik itu dalam bentuk jasa ekosistem maupun sebagai bentuk pelestarian budaya. Nilai ini, apabila dikonversi ke satuan bulanan, setara dengan Rp1.500.000 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup>. Jumlah masih relatif terjangkau sebagai bentuk imbalan kepada petani supaya tidak mengalihfungsikan lahannya. Perbandingan nilai WTP dan WTA disajikan pada Tabel 4, yang memperlihatkan kesenjangan yang signifikan antara kedua nilai tersebut.

Tabel 4. Perbandingan Nilai WTP Masyarakat dan WTA Petani

Indikator	<i>Willingness to Pay</i>	<i>Willingness to Accept</i>	Interpretasi
Total nilai	Rp56.000.000 tahun <sup>-1</sup>	Rp2.880.000.000 tahun <sup>-1</sup>	—
Rata-rata per orang	Rp350.000 tahun <sup>-1</sup>	Rp18.000.000 tahun <sup>-1</sup>	—
Konversi bulanan	Rp 29.167 orang <sup>-1</sup> bulan <sup>-1</sup>	Rp 1.500.000 orang <sup>-1</sup> bulan <sup>-1</sup>	WTA > WTP
Implikasi kebijakan	Masyarakat mendukung preservasi lahan	Petani memerlukan insentif yang memadai	Perlunya skema PES

Sumber: Data primer, diolah (2026)

Kesenjangan nilai WTP dan WTA memiliki makna ekonomi yang mendalam. Kondisi WTA yang lebih besar dari WTP merupakan fenomena umum yang dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme yaitu pertama, efek endowment (*endowment effect*), adalah kecenderungan petani yang mensyaratkan kompensasi yang jauh lebih besar untuk mempertahankan lahannya. Kedua, asimetri informasi antara petani dan masyarakat mengenai nilai sesungguhnya dari lahan sawah, termasuk nilai jasa ekosistem yang belum pernah dikuantifikasi secara eksplisit (Bateman et al., 2002). Nilai WTP total sebesar Rp56.000.000 tahun<sup>-1</sup> digunakan sebagai proksi batas bawah nilai pilihan.

Temuan ini mendukung pelaporan kontribusi sektor pertanian terhadap target NDC Indonesia dan *Nationally Determined Contributions* dalam konteks SDGs 2 (*Zero Hunger*), SDGs 13 (*Climate Action*), dan SDGs 15 (*Life on Land*). Dari perspektif metodologis, rantai perhitungan nilai ekonomi yang dilakukan memiliki keunggulan berupa transparansi dan konsistensi dengan panduan IPCC dan kerangka SEEA-EA, serta *site-specificity* yang menghasilkan estimasi yang kontekstual dan dapat digunakan sebagai acuan untuk komoditas atau agroekosistem lain di Indonesia.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung nilai ekonomi multifungsi lahan sawah di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik dengan luas lahan 110 ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi jagung mencapai 1.980.000 kg tahun<sup>-1</sup> (18.000 kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>) dengan nilai ekonomi sebesar Rp7.084.000.000 tahun<sup>-1</sup> (Rp64.400.000 ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>). Jasa ekosistem sebagai penyedia oksigen dapat menghasilkan oksigen sebanyak 10.397.596 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> tahun<sup>-1</sup> (94.523,60 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>) dengan estimasi nilai ekonomi mencapai Rp207.951.920.000 tahun<sup>-1</sup> (Rp1.890.472.000 ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>). Dan nilai pilihan pelestarian budaya Nilai pilihan sebagai pelestarian budaya diukur dengan metode CVM, menghasilkan rata-rata WTP sebesar Rp350.000 orang<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> (Rp.29.167 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup>) dan WTA sebesar Rp1.500.000 orang<sup>-1</sup> bulan<sup>-1</sup> (Rp18.000.000 orang<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>). Temuan ini menunjukkan bahwa nilai sesungguhnya dari ekosistem lahan sawah jauh lebih besar daripada yang tercermin hanya dari produksi jagung saja.

Hasil penelitian mengimplikasikan bahwa keputusan alih fungsi lahan yang semata-mata didasarkan pada nilai produksi saja dan mengabaikan nilai ekonomi sesungguhnya dari ekosistem lahan sawah. Temuan ini memberikan dasar empiris bagi pengembangan skema *Payment Ecosystem Services (PES)* untuk mengompensasi petani atas jasa ekosistem yang dihasilkan dan mengintegrasikannya ke dalam kerangka nilai ekonomi lingkungan nasional dalam mendukung pelaporan Indonesia terhadap SDGs 2, SDGs 13, dan SDGs 15. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memasukkan jasa ekosistem lainnya seperti penyerapan karbon, pengendalian banjir, dan konservasi keanekaragaman hayati, guna menghasilkan estimasi TEV yang lebih komprehensif bagi penyusunan kebijakan pertanian yang berkelanjutan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Andaresta, D. P., Retnowati, D., Fatmawati, A., & Purnomo, S. D. (2024). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Ketahanan Pangan Di Indonesia. *Prosiding Nasional SINARS*, 3(1), 433–443.
- Bandumula, N. (2018). Rice Production in Asia: Key to Global Food Security. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, 88(4), 1323–1328. <https://doi.org/10.1007/s40011-017-0867-7>
- Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., & Loomes, G. (2002). *Economic Valuation with Stated Preference Techniques*. Edward Elgar Publishing, Inc.
- Becker, M., & Angulo, C. (2019). The evolution of lowland rice-based production systems in Asia : Historic trends , determinants of change , future perspective. In *Advances in Agronomy* (1st ed.). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.04.003>
- Della Fisca Azzalia, & Sudarsana Arka. (2025). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Impor Beras Di Indonesia Tahun 1991-2021. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 13(04), 248–262. <https://doi.org/10.24843/eep.2024.v13.i04.p01>
- Deng, X., Xu, X., Cai, H., & Li, J. (2024). Assessment the impact of urban expansion on cropland net primary productivity in Northeast China. *Ecological Indicators*, 159(February), 111698. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111698>
- Dzulfiqar, F., Iriany, M. R., & Andini, S. C. (2024). Dampak Alih Fungsi Lahan Pada Kualitas Oksigen di Indonesia (Studi Pada Rencana Pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia). *Peatland Agriculture and Climate Change Journal*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.61511/pacc.v1i1.2024.454>
- Fadhilah, K. N., Fitriyah, F. N., & Purnama, C. (2025). Tata Kelola Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *JURNAL ILMIAH Akuntansi Publik, Manajemen Dan Perbankan*, 1(2), 70–77. <https://doi.org/10.61166/jiapmp.v1i2.13>
- Fadhli, A. N., & Maulana, S. (2025). Analisis Integratif Valuasi Ekonomi Lingkungan Pada Hutan, Laut, Dan Kota Yang Berkelanjutan. *Journal of Accounting, Economics And Business Eeducation (JAEBE)*, 3(2), 340–346.
- Fitani, A. (2024). VALUASI EKONOMI DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN KE NON PERTANIAN DI WILAYAH PINGGIRAN KOTA YOGYAKARTA (Studi di Kapanewon Gamping, Kabupaten Sleman). *Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Nasional*.
- Frimawaty, E., Basukriadi, A., Syamsu, J. A., & Soesilo, T. E. B. (2013). Sustainability of Rice Farming based on Eco-Farming to Face Food Security and Climate Change: Case Study in Jambi Province, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.011>

- Huu, H., Dargusch, P., Moss, P., & Abdul, A. (2017). Land Use Policy Land-use change and socio-ecological drivers of wetland conversion in Ha Tien Plain , Mekong Delta , Vietnam. *Land Use Policy*, 64, 101–113. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.019>
- Huynh, T., Lee, D. J., Applegate, G., & Lewis, T. (2021). Field methods for above and belowground biomass estimation in plantation forests. *MethodsX*, 8(September 2020), 101192. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101192>
- Jimenez-sierra, D. A., Correa, E. S., Benítez-restrepo, H. D., Calderon, F. C., Mondragon, I. F., & Colorado, J. D. (2021). Novel Feature-Extraction Methods for the Estimation of Above-Ground Biomass in Rice Crops. *Sensors*, 21(4369), 1–14.
- Kusumawardani, A., Laksmono, B. S., Setyawati, L., & Seosilo, T. E. B. (2021). A POLICY CONSTRUCTION FOR SUSTAINABLE RICE FOOD SOVEREIGNTY IN INDONESIA. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15(December 2020), 484–496. <https://doi.org/https://doi.org/10.5219/1533>
- Moliju, W. (2023). Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian Untuk Perumahan. *ALADALAH: Jurnal Politik, Sosial, Hukum Dan Humaniora*, 1(3).
- Muhie, S. H. (2022). Optimization of photosynthesis for sustainable crop production. *CABI Agriculture and Bioscience*, 3(50), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00117-3>
- Natsir, M., & Mardiyati, S. (2024). Profitability And Competitiveness Of Corn Farming In Gowa Regency, South Sulawesi Province, Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Dan Kebijakan Pertanian*, 8(2), 424–433.
- Nayak, A. K., Shahid, M., Nayak, A. D., Dhal, B., Moharana, K. C., Mondal, B., Tripathi, R., Mohapatra, S. D., Bhattacharyya, P., Jambhulkar, N. N., Shukla, A. K., Fitton, N., Smith, P., & Pathak, H. (2019). Assessment of ecosystem services of rice farms in eastern India. *Ecological Processes*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0189-1>
- Nguyen, H., Trung, T. H., Phan, D. C., Tran, T. A., Thi, N., Ly, H., Nasahara, K. N., Prishchepov, A. V., Hölzel, N., Thi, N., Ly, H., Nasahara, K. N., Prishchepov, A. V., & Hölzel, N. (2022). Transformation of rural landscapes in the Vietnamese Mekong Delta from 1990 to 2019 : a spatio-temporal analysis. *Geocarto International*, 37(26), 13881–13903. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2086623>
- Panuju, D. R., Mizuno, K., & Trisasongko, B. H. (2013). The dynamics of rice production in Indonesia 1961–2009. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12(1), 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2012.05.002>
- Purba, B., Pakpahan, G., Manihuruk, S. D., Sihombing, L. V. F., & Simamora, A. O. (2025). Pengaruh Valuasi Ekonomi SDA terhadap Kebijakan Lingkungan Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(2), 8160–8164. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3028>
- Purba, I. V., Ayu, I. G., Rachmi, K., Karjoko, L., & Anantanatorn, A. (2025). Implications of Agricultural Land Conversion for Sustainable Food Security : Evidence from Vietnam. *Contrarius Institute*, 806(2022), 1–19. [https://doi.org/http://doi.org/10.52225/contrarius.v5i\[X\].X](https://doi.org/http://doi.org/10.52225/contrarius.v5i[X].X)
- Purwandari, S. P., Martanto, R., Sapardiyono, & Alfons. (2025). Jurnal Widya Bhumi. *Widya Bhumi*, 5(1), 39.
- Sejati, L. B., Arifien, Y., & Maad, F. (2020). Economic valuation of rice agricultural land in Bogor regency. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012024>
- Sihombing, E. N. A. M., Andryan, & Astuti, M. (2021). Analisis Kebijakan Insentif Dalam Rangka Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Di Indonesia. *JATISWARA*, 36(1), 1–10.
- Sitohang, M., & Tambunan, H. Y. (2025). Produktivitas Dan Pendapatan Usahatani Jagung di Desa Sukanalu, Kecamatan Barus Jahe, Kabupaten Karo. *Jurnal Agriust*, 5(2).
- Timmer, C. P. (2014). Food Security in Asia and the Pacific: The Rapidly Changing Role of Rice. *Asia and the Pacific Policy Studies*, 1(1), 73–90. <https://doi.org/10.1002/app5.6>
- Varma, P. (2017). Rice Productivity and Food Security in India. In *Rice Productivity and Food Security in India*. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3692-7>
- Wei, J., Zhang, Z., Liu, B., Cui, Y., Luo, Y., & She, Y. (2025). Spatiotemporal dynamics and environmental drivers of paddy rice cropping patterns in China : Essential indicators for agricultural sustainability. *Ecological Indicators*, 178(June), 114068. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.114068>