

Analisis Efisiensi Teknis Produksi Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA)

Analysis of Technical Efficiency of Seaweed (*Eucheuma Cottonii*) Production in Situbondo Regency, East Java using Data Envelopment Analysis (DEA)

M. Khairul Anam, Sukma Febri Setyana*

Program Studi Agribisnis Perikanan, Fakultas Perikanan dan Peternakan,
Universitas Islam Lamongan

*Email: sukmafebri setyana@gmail.com

(Diterima 10-12-2025; Disetujui 21-01-2026)

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis efisiensi teknis, alokatif, dan biaya produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, sebagai salah satu produsen utama di Indonesia. Studi sensus dilakukan terhadap 60 petani di Desa Agel dan Pantai Pathek. Data primer meliputi input (bibit, luas kavling, tenaga kerja, BBM) dan output (produksi rumput laut kering), dianalisis menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dengan DEAP 2.1, menerapkan pendekatan *Constant Return to Scale* (CRS) dan *Variable Return to Scale* (VRS). Proses produksi mencakup persiapan lokasi hingga panen (40-45 hari), menghasilkan 800-1.500 kg rumput laut kering per siklus. Rata-rata efisiensi teknis adalah 0,713 (CRS) dan 0,873 (VRS), menunjukkan ineffisiensi utama berasal dari skala usaha yang belum optimal. Efisiensi alokatif rata-rata 0,835 mengindikasikan petani belum optimal dalam kombinasi input sesuai harga pasar. Efisiensi biaya rata-rata hanya 0,799, dengan 11,67% petani efisien biaya, menyoroti peluang besar untuk perbaikan pengelolaan biaya operasional. Rekomendasi penelitian meliputi peningkatan kapasitas manajerial dan teknis petani melalui pelatihan efisiensi input dan penyesuaian skala usaha. Pemerintah daerah didorong untuk memberikan pendampingan intensif dalam optimalisasi alokasi input dan manajemen biaya. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pendekatan *metafrontier* DEA dan mempertimbangkan variabel seperti pendidikan dan pengalaman untuk analisis yang lebih komprehensif.

Kata kunci: Efisiensi Teknis, *Eucheuma cottonii*, *Data Envelopment Analysis*, Petani Rumput Laut

ABSTRACT

This study analyzes the technical, allocative, and cost efficiency of *Eucheuma cottonii* seaweed production in Situbondo Regency, East Java, a major Indonesian producer. A census was conducted on 60 farmers in Agel Village and Pathek Beach. Primary data included inputs (seeds, plot area, labor, fuel) and output (dried seaweed production), analyzed using Data Envelopment Analysis (DEA) with DEAP 2.1, applying Constant Return to Scale (CRS) and Variable Return to Scale (VRS) approaches. The production process involves site preparation to harvesting (40-45 days), yielding 800-1,500 kg of dried seaweed per cycle. Average technical efficiency was 0.713 (CRS) and 0.873 (VRS), indicating that most inefficiencies arise from sub-optimal operational scale. Average allocative efficiency of 0.835 suggests farmers haven't fully optimized input combinations based on market prices. Average cost efficiency was only 0.799, with only 11.67% of farmers being cost-efficient, highlighting significant opportunities for improving operational cost management. Recommendations include enhancing farmers' managerial and technical capacity through training on efficient input use and business scale adjustment. Local government is encouraged to provide intensive assistance for optimizing input allocation and production cost management. Future research should consider a metafrontier DEA approach for cross-group or regional efficiency comparisons, and include variables like education level and experience for a more comprehensive analysis.

Keywords: Technical Efficiency, *Eucheuma cottonii*, *Data Envelopment Analysis*, Seaweed Farmers

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terkenal akan keanekaragaman hayati lautnya, potensi ini membuat beragam jenis rumput laut dapat tumbuh optimal di perairannya. Tidak heran jika Indonesia menjadi salah satu negara produsen rumput laut terbesar di tingkat global dengan prospek yang cukup

menjanjikan. Beberapa jenis yang dominan meliputi *Gelidium*, *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa sp.*, dan *Gracilaria sp.*, yang habitatnya terbagi antara perairan laut dan tambak. Rumput laut juga dikenal memiliki banyak manfaat sehingga sering kali digunakan dalam berbagai produk konsumsi global mulai dari makanan, kosmetik, farmasi hingga industri bioenergi. Selain itu, komoditas ini mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. *Eucheuma cottonii* adalah varietas rumput laut yang secara intensif di budidayakan dan menjadi komoditas ekspor andalan Indonesia. Jenis ini menyumbang sekitar 58% dari kebutuhan global. Sementara itu, rata-rata peningkatan eksportnya mencapai 11,7% per tahun (Salim & Ernawati, 2015). Hal ini menegaskan pentingnya rumput laut sebagai komoditas unggulan yang strategis bagi perekonomian nasional.

Besarnya potensi rumput laut juga dimiliki oleh Provinsi Jawa Timur. Rumput laut menjadi primadona dalam sektor perikanan budidaya. Sebagaimana tercatat dalam data tahun 2021 dari Badan Pusat Statistik (BPS), bahwa total produksi perikanan budidaya di Jawa Timur mencapai 688.020 ton dengan nilai ekonomi sebesar Rp 3.375.944.486. Dalam konteks ini, Kabupaten Situbondo merupakan salah satu daerah yang memberikan sumbangsih besar. Wilayah ini memiliki potensi pesisir yang mendukung budidaya rumput laut, terutama jenis *Gracilaria sp.*, yang umumnya dibudidayakan di tambak. Pada tahun 2021, Kabupaten Situbondo mencatat produksi sebesar 1.654 ton dengan nilai ekonomi mencapai Rp 3.313.296, menjadikannya salah satu pusat produksi rumput laut di Jawa Timur. Keberhasilan ini mencerminkan pentingnya peran sektor perikanan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir.

Namun, meskipun memiliki potensi besar, produksi rumput laut di Situbondo tidak terlepas dari berbagai tantangan. Produksi rumput laut sering kali mengalami fluktuasi yang signifikan akibat faktor teknis dan lingkungan. Menurut Tupan & Uneputty (2018), fluktuasi ini disebabkan oleh penyakit, perubahan ekologi perairan, serta lingkungan yang tidak lagi mendukung budidaya. Selain itu, Bhakti & Patahiruddin (2021) menambahkan bahwa kendala pokok dalam memaksimalkan hasil produksi adalah kurang idealnya pemanfaatan berbagai macam faktor produksi seperti lahan, bibit, pupuk, dan tenaga kerja. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas dan efisiensi pemanfaatan input produksi sangat mempengaruhi tingkat produktivitas budidaya rumput laut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada upaya untuk mengidentifikasi produksi rumput laut di wilayah Kabupaten Situbondo dan menganalisis efisiensi teknis produksi. Analisis ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis dalam mengatasi kendala yang ada, sekaligus mendukung keberlanjutan sektor perikanan budidaya. Dengan pengelolaan yang tepat, Kabupaten Situbondo memiliki potensi besar untuk terus menjadi salah satu daerah penghasil rumput laut unggulan, tidak hanya di tingkat Jawa Timur tetapi juga nasional. Selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih dalam perumusan kebijakan yang akan menstimulasi pertumbuhan ekonomi daerah yang berorientasi pada sektor kelautan dan perikanan.

Terdapat penelitian terdahulu yang relevan terhadap penelitian ini, Anam (2021), menyatakan Sasaran penelitian ini adalah untuk memahami efisiensi teknis, alokatif, biaya dan skala pada industri pengolahan perikanan di Indonesia. Anam & Suhartini (2020), sebagai suatu metode nonparametrik dalam penelitian operasi dan ekonomi, *Data Envelopment Analysis* (DEA) diterapkan untuk mengukur batas efisiensi produksi. Metode ini memungkinkan pengukuran secara empiris efisiensi produktif dari berbagai unit pengambilan keputusan (DMU) dalam menghasilkan output. Jumiati (2023), menyatakan Faktor penting dalam melakukan efisiensi produksi adalah penggunaan input atau faktor produksi sehingga menghasilkan output yang optimal. Hal ini sering disebut dengan efisiensi teknis. Utari (2023), menganalisis kondisi perusahaan, menentukan efisien atau tidaknya lewat analisis efisiensi. Sementara, metode yang diaplikasikan yaitu kuantitatif non-parametrik berbasis Data Envelopment Analysis (DEA). Timisela (2017), melalui penelitiannya bermaksud untuk mengetahui tingkat efisiensi relatif dalam konteks agroindustri enbal.

Dari beberapa penelitian terdahulu di atas maka tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk: (1) Mengetahui proses produksi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, dan (2) Menganalisis efisiensi teknis produksi dalam budidaya rumput laut di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang mengambil lokasi di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, pada bulan Agustus 2024 ini difokuskan di Desa Agel Kecamatan Jangkar dan wilayah Pantai Pathek, Gelung Selatan, Gelung,

Kecamatan Panarukan. Penelitian ini menggunakan data primer dengan data *cross section* selama musim budidaya rumput laut di Kabupaten Situbondo. Metode sensus populasi dipilih karena melibatkan pendataan terhadap seluruh anggota populasi, tanpa memilih sampel. Konsekuensinya, semua individu atau unit dalam populasi dapat menjadi responden. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani rumput laut *Eucheuma cottonii* yang aktif di wilayah penelitian (Kabupaten Situbondo), hal ini disebabkan karena jumlahnya yang terbatas dan masih memungkinkan untuk dijangkau, sehingga metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode sensus. Menurut Putra & Purnomo (2020), sensus adalah prosedur yang secara sistematis memperoleh dan merekam informasi tentang anggota populasi. Jumlah keseluruhan yaitu 60 petani yang tercatat dijadikan sebagai responden.

Penelitian ini menggunakan kombinasi data primer maupun sekunder yang disesuaikan dengan fokus studi. Menurut Sugiyono (2016), teknik pengumpulan data yang diterapkan yaitu wawancara, observasi, dokumentasi, dan kajian literatur.

Penelitian ini menggunakan model BCC (Banker et al., 1984) untuk menghitung skor efisiensi teknis, karena model ini lebih sering digunakan dalam analisis *Data Envelopment Analysis (DEA)* dibandingkan model CCR (Charnes, Cooper & Rhodes). Perbedaan utama antara kedua model ini terletak pada cara menangani skala pengembalian. Model BCC lebih fleksibel karena didasarkan pada skala pengembalian variabel (*Variable Return to Scale/VRS*), sedangkan model CCR menggunakan skala pengembalian konstan (*Constant Return to Scale/CRS*).

$$\begin{aligned}
 & \max \varphi, \\
 & \varphi, \lambda \\
 & s.t. \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io} \quad i = 1, \dots, m, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{ro} \quad r = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n,
 \end{aligned}$$

Efisiensi Alokatif (AE) dan Efisiensi Biaya (CE) dapat dihitung dengan menyelesaikan permasalahan minimisasi biaya tambahan menggunakan pendekatan DEA. Proses ini memungkinkan kita untuk mendapatkan skor efisiensi alokatif dan biaya berdasarkan kombinasi input dan output yang optimal.

$$\min w'_i x_i^*,$$

$$\lambda, x_1$$

$$\text{S. t. } -y_i + y\lambda \leq 0,$$

$$x_i^* - X\lambda \leq 0,$$

$$N 1' \lambda = 1$$

$$\lambda = 0$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa w_i adalah vektor harga input untuk produksi rumput laut ke- i , dan x_i^* merupakan vektor kuantitas input yang meminimalkan biaya untuk produksi rumput laut ke- i . Perhitungan ini dilakukan dengan mempertimbangkan harga input w_i dan tingkat output y_i .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Situbondo, sebuah wilayah di ujung timur laut Provinsi Jawa Timur. Wilayah penelitian ini yaitu Desa Agel, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo dan Di wilayah Pantai Pathek, Gelung Selatan, Gelung, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Produksi rumput laut di Desa Agel dan Wilayah Pantai Pathek menanam rumput laut dalam kedalaman 3-5 meter dan berjarak 200-500 meter dari bibir pantai. Andriyani, (2019) juga mengemukakan bahwa potensi pengembangan budidaya rumput laut di Desa Agel terletak pada wilayah perairan Pantai Agel yang berjarak sekitar 200-500 meter dari garis pantai dan memiliki kedalaman air bekisar antara 0,5 sampai 5 meter. Bibit yang digunakan berasal dari hasil panen sebelumnya atau dari pembibitan lokal. Bibit yang dipilih memiliki ciri-ciri seperti warna segar, lentur, tidak rusak, serta memiliki banyak cabang. Budidaya yang digunakan adalah *longline* atau rawai, yakni tali panjang yang dibentangkan secara horizontal di atas permukaan air laut, kemudian bibit diikat pada tali tersebut dengan jarak yang ditentukan selama masa budidaya (sekitar 40-45 hari), petani melakukan pengamatan sebanyak 2 kali dalam satu minggu. Dan rata - rata petani bisa melakukan panen dalam waktu 40-45 hari.

Mayoritas responden berada pada kelompok usia produktif antara 41-50 tahun (33,3%) dan 31-40 tahun (25,0%) sedangkan untuk responden yang berusia 60 tahun keatas hanya diperoleh 8,3%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku budidaya rumput laut di Kabupaten Situbondo berada pada usia yang masih aktif secara fisik, yang merupakan modal penting dalam kegiatan budidaya yang bersifat intensif. Penelitian Putri (2018) juga mengungkapkan bahwa mayoritas petani baik dari segi jumlah maupun presentase, berada pada rentang usia 41-56 tahun. Sebagian besar responden memiliki tingkat pendidikan dasar, dengan proporsi terbanyak lulusan SD/sederajat sebesar 41,7%, diikuti oleh SMP/sederajat sebanyak 30%. Responden dengan pendidikan menengah atas (SMA) berjumlah 15%, dan hanya 3,3% yang menempuh pendidikan hingga tingkat perguruan tinggi. Sebanyak 10% dari responden tidak menempuh pendidikan formal. Tingkat pendidikan yang dominan pada jenjang dasar menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku budidaya masih bergantung pada pengetahuan praktis dan pengalaman lapangan. Presentase terbanyak dimiliki oleh responden dengan jumlah 3-4 orang tanggungan keluarga yaitu sebanyak 46,7%. Di Desa Agel, mayoritas petani telah menjalankan usaha tani rumput laut selama lebih dari 10 tahun. Sementara, di Pantai Pathek, mayoritas responden telah berkecimpung dalam bisnis ini selama 16 hingga 30 tahun yang menandakan adanya regenerasi dalam pengelolaan usaha yang artinya terus berlanjut dari generasi ke generasi. Kelompok petani dengan pengalaman 6-10 tahun dan 16-20 tahun mendominasi dengan presentasi 21,67%.

Tabel 1. Analisis Efisiensi Teknis

Statistik	Efisiensi CRS	Efisiensi VRS	Efisiensi Skala
Rata-rata	0.713	0.873	0.820
Nilai Minimum	0.355	0.526	0.557
Nilai Maksimum	1.000	1.000	1.000
Jumlah Petani Efisien (100%)	6	15	10

Sumber: Analisis Data Primer (2024)

Rata-rata skor efisiensi teknis berdasarkan pendekatan *Constant Returns to Scale (CRS)* adalah 0.713, yang berarti petani hanya mampu menghasilkan sekitar 71,3% dari output maksimal yang seharusnya dapat dicapai dengan input yang digunakan. Ketika menggunakan pendekatan *Variable Returns to Scale (VRS)*, skor rata-rata meningkat menjadi 0.873, menunjukkan bahwa sebagian besar ketidakefisienan bukan berasal dari manajemen input, melainkan dari skala usaha yang belum optimal. Efisiensi skala rata-rata yang hanya mencapai 0.820 menunjukkan bahwa mayoritas petani belum beroperasi pada tingkat skala produksi yang paling efisien.

Tabel 2. Analisis Efisiensi Alokatif

Statistik	Nilai	Keterangan
Rata-rata	0.835	
Nilai Minimum	0.727	Belum efisien
Nilai Maksimum	1.000	Efisien
Jumlah Petani Efisien	16	Efisien alokatif
Presentase	26.67%	
Total	60	

Sumber: Analisis Data Primer (2024)

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi alokatif petani rumput laut di Situbondo adalah 0.835, yang mengindikasikan bahwa secara rata-rata, petani dapat menghemat biaya produksi jika mereka mengalokasikan input secara optimal sesuai struktur harga. Dari total (DMU) yang dianalisis, hanya 16 petani (26,67%) yang efisien secara alokatif (skor = 1.000). Sebaliknya, 44 petani (73,33%) belum efisien secara alokatif. sebagian besar petani masih belum mengalokasikan sumber daya secara optimal terhadap harga input.

Tabel 3. Analisis Biaya Alokatif

Metrik	Nilai	Keterangan
Rata-rata	0.799	79.9% efisiensi biaya rata-rata
Minimum	0.605	Efisiensi terendah (DMU 60)
Maksimum	1.000	Efisiensi sempurna (DMU 9,10,24,25,26,31,32)
Jumlah DMU Efisien	7	7 petani mencapai efisiensi 100%
Persentase Efisien	11.67%	(7 dari 60 petani)

Sumber: Analisis Data Primer (2024)

Berdasarkan hasil perhitungan DEA biaya yang menggabungkan data kuantitas input-output serta harga masing-masing input (bibit, lahan, tenaga kerja, dan BBM), diperoleh bahwa nilai rata-rata efisiensi biaya petani rumput laut di Situbondo adalah sebesar 0.799. Artinya, secara rata-rata menunjukkan sebagian besar petani masih memiliki ruang untuk peningkatan apabila mengelola input secara efisien baik dari sisi teknis maupun alokatif. Dari tabel di atas, hanya 7 dari 60 petani (11.67%) yang sudah efisien secara biaya, yaitu mampu meminimalkan biaya untuk menghasilkan output yang ada. Sebagian besar petani masih berada dalam kategori belum efisien, khususnya pada 53 petani. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku budidaya masih memiliki potensi penghematan biaya yang besar.

Tabel 4. Perbandingan Efisiensi Teknis, Alokatif dan Biaya

Jenis Efisiensi	Rata-rata Skor	Petani Efisien (Skor = 1)	Persentase Efisien (%)
Efisiensi Teknis CRS	0.713	6	10%
Efisiensi Teknis VRS	0.873	15	25%
Efisiensi Alokatif	0.835	16	26.67%
Efisiensi Biaya	0.799	7	11.67%
Efisiensi Skala	0.820	10	

Dari tabel di atas, terlihat bahwa nilai efisiensi teknis VRS memiliki skor rata-rata tertinggi yaitu 0.873 sedangkan CRS 0.713, dan jumlah petani efisien teknis VRS 10% lalu efisiensi teknis CRS 25%. Hal ini mengisyaratkan bahwa mayoritas petani telah cukup baik dalam memanfaatkan input yang tersedia untuk menghasilkan output. Namun, 26,67% efisiensi alokatif sedikit lebih rendah dari efisiensi teknis VRS yaitu 0.835, yang berarti masih terdapat ruang perbaikan dalam penyesuaian input terhadap harga. Sementara itu, efisiensi biaya menunjukkan rata-rata skor, yaitu hanya 0.799, dengan hanya 7 petani (11.67%) yang efisien secara biaya. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar petani belum berhasil mengoptimalkan aspek teknis dan alokatif secara bersamaan untuk meminimalkan biaya.

Tabel 5. Perbandingan Efisiensi Teknis Petani Tidak Efisien Dengan Petani Full Efisien

Kelompok Petani	Rata-rata Bibit (kg)	Lahan (m ²)	Tenaga Kerja	BBM (liter)	Produksi (kg)	Skor TE
Efisien Teknis (TE=1)	1.225,0	7.225,0	18,7	16,5	5.248,3	1,000
Tidak Efisien (TE<1)	1.602,9	8.269,2	20,6	19,8	3.717,2	0,713

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa petani yang efisien secara teknis cenderung memerlukan input yang lebih rendah atau minim (bibit, tenaga kerja, dan BBM), tetapi mampu menghasilkan produksi yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa efisiensi teknis sangat dipengaruhi oleh kemampuan petani dalam mengelola input agar menghasilkan output maksimal. Sebaliknya, petani yang tidak efisien cenderung menggunakan lebih banyak input, namun hasil produksinya lebih rendah, yang menandakan adanya pemborosan atau penggunaan input yang tidak optimal.

Hasil analisis Efisiensi Teknis (TE) pada budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* di Kabupaten Situbondo menunjukkan bahwa petani belum beroperasi pada batas produksi potensial mereka. Rata-rata skor TE di bawah asumsi *Constant Return to Scale* (CRS) adalah 0.713, mengindikasikan bahwa terdapat potensi peningkatan output sekitar 28.7% tanpa penambahan input. Namun, nilai ini meningkat drastis menjadi 0.873 di bawah asumsi *Variable Return to Scale* (VRS), di mana 15 petani (25%) telah mencapai efisiensi murni (pure technical efficiency) (Anam & Setyana, 2024). Kesenjangan signifikan antara skor TE_{CRS} dan TE_{VRS} ini merupakan indikasi kuat bahwa inefisiensi teknis utama di Situbondo bukan disebabkan oleh manajemen input yang buruk (*inefisiensi teknis murni*), melainkan oleh inefisiensi skala usaha (*scale inefficiency*).

Efisiensi Skala, yang dihitung sebagai rasio TE_{CRS}/TE_{VRS} menghasilkan skor rata-rata 0.820. Skor ini menegaskan bahwa mayoritas petani belum beroperasi pada skala produksi yang paling efisien (*Optimal Scale*). Menurut teori DEA, inefisiensi skala terjadi ketika *Decision Making Units* (DMU) beroperasi pada skala pengembalian yang meningkat (*Increasing Returns to Scale*) atau menurun (*Decreasing Returns to Scale*), bukan pada skala pengembalian konstan (Coelli et al., 2005). Dalam konteks budidaya rumput laut, hal ini dapat diartikan bahwa sebagian petani memiliki unit usaha yang terlalu kecil, sementara sebagian lainnya mungkin terlalu besar dan sulit dikelola secara optimal. Intervensi kebijakan harus diarahkan untuk membantu petani mengidentifikasi dan menyesuaikan skala budidaya mereka menuju *Optimal Scale* untuk mencapai *frontier CRS*.

Selain inefisiensi teknis, hasil analisis juga menyoroti masalah dalam pengelolaan alokasi biaya. Rata-rata Efisiensi Alokatif (AE) tercatat sebesar 0.835. Efisiensi alokatif mengukur kemampuan petani untuk memilih kombinasi input yang paling optimal berdasarkan harga relatif input di pasar. Skor 0.835 menunjukkan bahwa petani berpotensi menghemat biaya sebesar 16.5% jika mereka mampu merespons sinyal harga input secara lebih baik dan mengadopsi kombinasi input termurah untuk tingkat output yang sama.

Hanya 16 petani (26.67%) yang menunjukkan efisiensi alokatif sempurna (skor 1.000), menyiratkan bahwa tiga perempat responden belum optimal dalam mengalokasikan sumber daya mereka. Ketidakmampuan ini sering dikaitkan dengan kurangnya akses terhadap informasi harga input yang akurat, kebiasaan tradisional dalam penggunaan input (misalnya, penggunaan jumlah bibit yang berlebihan), atau keterbatasan modal untuk membeli input pengganti yang lebih murah (Prasmatiwi, et al.). Rendahnya efisiensi alokatif menuntut adanya program penyuluhan yang lebih fokus pada aspek manajemen biaya dan ekonomi produksi, membantu petani membuat keputusan pembelian yang didasarkan pada prinsip maksimasi keuntungan, bukan hanya peningkatan produksi.

Analisis Efisiensi Biaya (CE) memberikan gambaran holistik tentang kinerja operasional petani, di mana skor rata-rata tercatat paling rendah, yaitu 0.799. Efisiensi biaya adalah dekomposisi dari $CE = TE_{VRS} \times AE$. Skor terendah ini menunjukkan bahwa rata-rata petani dapat mengurangi biaya produksi mereka sebesar 20.1% sambil tetap mempertahankan tingkat output saat ini. Hanya 7 petani (11.67%) yang mencapai efisiensi biaya sempurna, menggarisbawahi kegagalan sebagian besar DMU untuk mengelola baik aspek teknis maupun aspek alokatif secara bersamaan (Timisela et al., 2017).

Karena efisiensi biaya dipengaruhi oleh kedua komponen, maka rendahnya skor 0.799 mengindikasikan bahwa inefisiensi biaya yang terjadi adalah hasil gabungan dari masalah skala usaha (dari TE_{CRS}), inefisiensi teknis murni (dari TE_{VRS}), dan inefisiensi alokatif (dari AE). Untuk meningkatkan Efisiensi Biaya secara substansial, petani harus secara simultan mengurangi pemborosan input (meningkatkan TE_{VRS}) dan memilih kombinasi input yang paling hemat biaya (meningkatkan AE). Petani yang efisien biaya dapat menjadi *benchmark* bagi petani lain untuk mengidentifikasi praktik terbaik yang menggabungkan produktivitas tinggi dengan biaya rendah.

Perbandingan antara petani efisien teknis sempurna ($TE=1$) dan petani tidak efisien ($TE<1$) secara jelas memvalidasi inefisiensi yang ditemukan. Petani yang efisien menggunakan input yang lebih sedikit, baik dari segi luas lahan (7.225,0 m²), bibit (1.225,0 kg), maupun tenaga kerja (18.7), namun mampu menghasilkan produksi rata-rata sebesar 5.248,3 kg. Sebaliknya, petani yang tidak efisien menggunakan input rata-rata yang lebih tinggi secara konsisten di semua lini (Bibit 1.602,9 kg; Lahan 8.269,2 m²; Tenaga Kerja 20,6), tetapi hanya menghasilkan output rata-rata 3.717,2 kg.

Data kontradiktif dari Tabel 5 mengukuhkan bahwa petani tidak efisien mengalami kegagalan dalam menerapkan teknik budidaya optimal. Penggunaan input berlebihan tanpa diimbangi peningkatan output mengindikasikan adanya pemborosan yang akut. Hal ini mungkin disebabkan oleh kualitas bibit yang rendah, teknik pengikatan atau penanaman yang tidak tepat, atau buruknya manajemen

pemeliharaan, yang mengakibatkan penurunan *survival rate* dan pertumbuhan rumput laut. Tuntutan untuk meningkatkan TE_{VRS} sebesar 12.7% (1 - 0.873) pada kelompok tidak efisien harus fokus pada perbaikan praktik budidaya, sebagaimana disarankan dalam studi sejenis di sektor perikanan (Iliyasu *et al.*, 2014).

Berdasarkan seluruh temuan, masalah ineffisiensi produksi rumput laut di Situbondo bersifat multi-dimensi, didominasi oleh ineffisiensi skala dan diperburuk oleh ineffisiensi alokatif. Untuk meningkatkan efisiensi total, strategi yang diperlukan harus holistik. Pertama, pendampingan skala usaha wajib dilakukan, dengan mengidentifikasi skala pengembalian konstan yang ideal bagi petani. Kedua, pelatihan teknis harus difokuskan pada praktik budidaya yang meminimalkan pemborosan input, terutama bibit dan tenaga kerja, untuk mengurangi TE_{VRS} .

Rekomendasi kebijakan perlu diarahkan pada peningkatan akses informasi harga input/output dan pembangunan infrastruktur untuk menunjang logistik, yang secara tidak langsung akan meningkatkan efisiensi alokatif (Anam, 2025). Dengan potensi penghematan biaya sebesar 20.1% (Tabel 3), investasi pada program penyuluhan yang mengajarkan perencanaan anggaran dan pengambilan keputusan ekonomi akan memberikan dampak signifikan pada profitabilitas petani. Target utama haruslah meningkatkan proporsi petani yang mencapai *full efficiency* (skor 1.000) di semua aspek.

KESIMPULAN

Tahapan produksi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dilakukan melalui serangkaian tahapan yang terstruktur. Tahapan tersebut meliputi persiapan lokasi, pemilihan bibit, penanaman dengan metode *longline*, pemeliharaan, dan pemanenan. Rata-rata masa budidaya berlangsung selama 40 hingga 45 hari, dengan hasil produksi berkisar antara 800 hingga 1.500 kg rumput laut kering per siklus. Dalam proses produksi, beberapa faktor utama yang digunakan antara lain bibit, luas kavling, tenaga kerja, dan bahan bakar minyak (BBM). Meskipun telah berlangsung cukup lama dan dilakukan oleh petani dengan tingkat pengalaman yang beragam, proses produksi masih menghadapi berbagai kendala, seperti perubahan kondisi lingkungan, keterbatasan akses terhadap modal, dan belum optimalnya manajemen input produksi. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi dalam proses produksi masih dapat ditingkatkan melalui intervensi teknis dan pelatihan manajerial. Hasil analisis menggunakan *Data Envelopment Analysis (DEA)* menunjukkan bahwa tingkat efisiensi teknis produksi rumput laut di Kabupaten Situbondo belum sepenuhnya optimal. Rata-rata efisiensi teknis berdasarkan asumsi *Constant Return to Scale (CRS)* sebesar 0,713, dan meningkat menjadi 0,873 dengan asumsi *Variable Return to Scale (VRS)*. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ketidakefisielenan disebabkan oleh skala usaha yang belum sesuai, bukan karena manajemen input yang buruk. Selain itu, efisiensi alokatif rata-rata sebesar 0.835 menunjukkan bahwa petani belum sepenuhnya menggunakan kombinasi input yang paling hemat biaya. Efisiensi biaya juga tercatat cukup rendah, yaitu sebesar 0,799, dengan hanya 11,67% petani yang efisien secara biaya. Dengan demikian, upaya untuk meningkatkan efisiensi produksi masih mempunyai prospek yang menjanjikan, baik melalui penyesuaian skala usaha, optimisasi kombinasi input, maupun pengelolaan biaya produksi secara lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. K. (2021). Efisiensi Perusahaan Pengolahan Perikanan Di Indonesia Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA). *Jurnal Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)*, 14(2), 704–712.
- Anam, M. K., & Suhartini, S. (2020). Efficiency of Palm Oil Companies in Indonesia: A DEA Approach. *Habitat*, 31(2), 55–63. <https://doi.org/10.21776/ub.habitat.2020.031.2.7>
- Anam, M. K., Albab, M. U., Setyana, S. F., & Prihantini, C. I. (2025). Analisis Efisiensi Teknis dan Gap Teknologi pada Produksi Rumput Laut di Jawa Timur Indonesia Menggunakan Metafrontier DEA. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 11(1), 717-728.
- Andriyani, W. M., Komarudin, U., & Dwiyanto, F. S. (2019). Dampak Sosial Ekonomi Pengembangan Budidaya Rumput Laut Kultur Jaringan di Desa Agel, Kabupaten Situbondo. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 13(3), 243–263.

<https://doi.org/10.33378/jppik.v13i3.197>

- Anggraini, N., Harianto, & Lukytawati. (2016). Pada Usahatani Ubikayu. *Agribisnis Indonesia*, 4(1), 43–56.
- Antari, N. P. P. S. D. A., Watiniasih Ni Luh, & Dewi, A. P. W. K. (2021). Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Berat Bibit Awal Berbeda di The Grow Of Seaweeds (*Eucheuma cottonii*) in Different Initial Weight at Pandawa Beach, Bali. *Jurnal Biologi Udayana*, 25(2), 122–129.
- Aparicio, J., & Santín, D. (2024). Global scale efficiency in data envelopment analysis. *International Transactions in Operational Research*, 0, 1–23. <https://doi.org/10.1111/itor.13501>
- Bhakti, F. K., & Patahiruddin, P. (2021). Efisiensi Input Produksi Pada Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria sp*) di Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 16(1), 63. <https://doi.org/10.15578/jseksp.v16i1.8119>
- Bond-smith, S. (2021). *The Unintended Consequences Of Increasing Returns To Scale In Geographical Economics*. May.
- Cahyadi, R. A., Mulyadi, J., Yusuf, M., Akuntansi, M., & Pancasila, U. (2018). Perbedaan Efisiensi Bank Umum Konvensional : Pendekatan Data Envelopment Analysis. *Jurnal Ekobisman*, 2(2), 240.
- Chilmatova Dilnoza & Mannopova Muazzamkhon. (2022). Cost and Accounting Concepts in Accounting and Their Accounting. *Global Scientific Review*, 2(3), 21-26. www.scienticreview.com
- Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston, MA: Springer US.
- Deng, F., & Leonard, G. K. (2015). *Allocative and Productive Efficiency*. January 2008.
- Febriyanti, F., Aslan, L. O. M., Iba, W., Patadjai, A. B., & Nurdin, A. R. (2019). Effect of various planting distances on growth and carrageenan yield of *Kappaphycus alvarezii* (doty) using seedlings produced from mass selection combined with tissue-cultured method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012027>
- Halimah, M., Sari, D. S., & Anggraeni, S. R. (2022). Sosialisasi Konservasi Rumput Laut Terkait Kegiatan Pengolahan Rumput Laut di Pesisir Pantai Karapyak, Desa Bagolo, Pangandaran. *Journal of Berdaya*, 2(2), 47–60.
- Iliyasu, A., Mohamed, Z. A., Ismail, M. M., Amin, A. M., & Mazuki, H. (2016). Technical efficiency of cage fish farming in Peninsular Malaysia: a stochastic frontier production approach. *Aquaculture Research*, 47(1), 101-113.
- Ivanni, M., Kusnadi, N., & Suprehatin. (2019). Varietas Dan Wilayah Produksi Di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(1), 27–36.
- Jumiati, E., Mubarak, A., Ismandari, T., Amarullah, & Kusnadi, E. (2023). Technical efficiency with stochastic production function frontier of seaweed farming in Pantai Amal, Tarakan City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1253(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012075>
- Khairinnal, D. B. M. S., & Muazza, M. S. (2019). *Ilmu Ekonomi dalam PLP*. 2019.
- Meilyana, M., & Abdullah, D. (2019). Prototipe Aplikasi Penerapan Metode DEA Untuk Pengukuran Efisiensi Kinerja Pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri Di Kabupaten Aceh Utara. *Industrial Engineering Journal*, 8(2). <https://doi.org/10.53912/iejm.v8i2.412>
- Nasrun, M., Bijaksana, A. M. A., & Fatmawaty, A. S. (2024). Teknik Budidaya Rumput Laut dengan Metode Rawai. *Insta Adpertisi Journal*, 4(1), 11–18. <https://doi.org/10.62728/jinsta.v4i1.515>
- Pamela, P., Minsas, S., Kurniadi, B., Warsidah, W., Sofiana, M. S. J., Sofiana, S., Panjaitan, R. G. P., Sari, R., Ristian, U., & Nurdiansyah, S. I. (2022). Implementasi Blue Economy Melalui Kegiatan Budi Daya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Wilayah Pesisir Pulau Lemukutan. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 655–662. <https://doi.org/10.36312/linov.v7i4.971>
- Prasmatiwi, F. E., Marlina, L., Rosanti, N., & Kenamon, A. A. (2024). Efisiensi Teknis, Alokatif,

- dan Ekonomis Usaha Tani Penangkaran Benih Padi Menggunakan Pendekatan Fungsi Produksi Frontier Stokastik di Kabupaten Lampung Tengah. *Mimbar Agribisnis*, 10(1), 1440-1449.
- Putra, T. D., & Purnomo, R. (2020). *Manfaat dan metode aplikasi sensus penduduk online di desa sukabakti*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, <http://dx.doi.org/10.30999/jpkm.v10i1.875>.
- Putri. (2018). *Analisis Efisiensi Usahatani Tebu Di Desa Ganjaran, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA)*.
- Salim & Ernawati. (2015). *Info Komoditi Rumput Laut. Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan*. <https://erepository.uwks.ac.id/6400/1/13>. Rumput Laut Komoditas Potensi.pdf
- Sihombing, P. R., Indonesia, S., Arsani, A. M., Indonesia, S., Purwanti, D., & Muchtar, M. (2024). *Data Envelopment Analysis (DEA)* (Issue December). Minhaj Pustaka.
- Suryana, A. T., & Agency, I. (2022). Teori Produksi. *Pengantar Ekonomi Mikro*, June. www.penerbitwidina.com.
- Syahbuddin, S., & Habibah, H. (2021). Budidaya Rumput Laut dalam Meningkatkan Pendapatan Ekonomi Masyarakat (Studi Kasus di Desa Laju Kecamatan Langgudu Kabupaten Bima). *Jurnal Pendidikan Ips*, 11(2), 101–106. <https://doi.org/10.37630/jpi.v11i2.513>
- Tabrani. (2020). Strategi Marketing Produk Perikanan. In *Landasanteori.Com* (Issue 1). <http://www.landasanteori.com/2015/09/pengertian-kreativitas-definisi-aspek.html>
- Timisela, N. R., Leatemia, E. D., Polnaya, F. J., & Bremer, R. (2017). Pengukuran Efisiensi Agroindustri Pangan Lokal Enbal Dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2017.13.1.1>
- Tupan, C. I., & Uneputty, P. A. (2018). Growth and Production of Leaves Thalassia hemprichii on The Suli Coastal Waters, Ambon Island. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 2(2). <https://doi.org/10.12962/j25481479.v2i2.3647>
- Utari, T. R., Rahmah, M., Murtala, M., & Juanda, R. (2023). Analisis Efisiensi Perusahaan Pertanian Di Indonesia Dengan Metode Data Envelopment Analysis (Dea). *Jurnal Ekonomi Pertanian Unimal*, 6(2), 51. <https://doi.org/10.29103/jepu.v6i2.12952>
- Yulistiana, U., Damayanti, A. A., & Cokrowati, N. (2020). Pertumbuhan Gracilaria sp. yang Dibudidayakan Pada Tambak di Bajo Baru Dompu. *Rekayasa*, 13(3), 212–218. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.9013>
- Zhou, P. (2014). Data Envelopment Analysis. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*, 1432–1434. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_3381