

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif bertujuan untuk menguraikan secara sistematis dan akurat mengenai fakta-fakta serta karakteristik suatu populasi atau fenomena tertentu. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk menelaah suatu populasi atau sampel yang telah ditentukan, dengan teknik pengambilan sampel yang umumnya dilakukan secara acak. Proses pengumpulan data dilakukan melalui instrumen penelitian, dan analisis data dilakukan secara kuantitatif (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini, pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi teknis usahatani buah naga yang menerapkan teknologi lampu LED, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis efisiensi teknis usahatani tersebut menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA).

4.2 Daerah dan Waktu Penelitian

Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive*. Penelitian dilakukan di Desa Kembiritan, Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan Desa Kembiritan didasarkan pada perannya sebagai salah satu wilayah dengan kegiatan budidaya buah naga yang berkembang di Kecamatan Genteng. Desa Kembiritan dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki potensi produksi buah naga yang tinggi dibandingkan desa lain di Kecamatan Genteng. Petani buah naga di desa ini memiliki rata-rata luas lahan sekitar 50 hektare dengan produksi mencapai 60 ton per musim panen. Keberadaan kelompok tani yang aktif juga memudahkan peneliti dalam memperoleh responden yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Pengumpulan data dilaksanakan mulai Juni tahun 2025, yang mencakup tahap pengumpulan data melalui wawancara dengan petani buah naga. Penetapan periode waktu penelitian yang spesifik bertujuan untuk mengakomodasi jumlah produksi, yang merupakan faktor krusial dalam analisis efisiensi teknis penggunaan lampu LED pada usahatani buah naga.

4.3 Metode Penentuan Sampel

Metode penarikan sampel dalam penelitian ini menggunakan *total sampling*, yaitu teknik penentuan sampel yang menjadikan seluruh anggota populasi sebagai sampel penelitian (Sugiyono, 2017). Teknik ini dipilih karena jumlah populasi relatif kecil, yaitu sebanyak 30 petani buah naga pengguna lampu LED di Desa Kembiritan, sehingga seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria penelitian dapat dijadikan responden. Penggunaan *total sampling* bertujuan untuk memperoleh data yang akurat, representatif, dan mampu menggambarkan kondisi populasi secara menyeluruh. Dengan demikian, seluruh populasi yang berjumlah 30 petani buah naga pengguna lampu LED dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini sehingga hasil analisis efisiensi teknis yang diperoleh diharapkan dapat mencerminkan kondisi populasi secara komprehensif.

4.4 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan satu jenis data, yaitu data primer, yang diperoleh secara langsung di lokasi penelitian melalui observasi lapangan wawancara, dan pengisian kuesioner oleh responden. Data primer tersebut dikumpulkan secara sistematis oleh peneliti guna memperoleh informasi aktual dan relevan mengenai aktivitas usahatani buah naga, khususnya yang berkaitan dengan penerapan teknologi lampu LED. Penggunaan data primer memungkinkan peneliti untuk menggambarkan kondisi nyata di lapangan serta melakukan analisis efisiensi teknis secara akurat berdasarkan data yang otentik dan kontekstual. Adapun pengambilan teknis data primer sebagai berikut:

a) Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan mencari keterangan, pendapat dan tanya jawab, hal ini objek sasaran ialah petani buah naga yang tergabung dalam kelompok tani di Desa Kembiritan, Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. Wawancara dilakukan melalui interaksi langsung antara peneliti dan responden dalam bentuk tanya jawab serta diskusi yang terstruktur, dengan panduan berupa kuesioner yang telah disusun sesuai dengan fokus penelitian. Wawancara bertujuan untuk memperoleh data primer yang mencakup informasi mengenai karakteristik responden, tingkat produksi

buah naga per musim tanam, serta pemanfaatan berbagai faktor produksi dalam kegiatan usahatani buah naga yang menggunakan teknologi lampu LED.

4.5 Metode Analisis Data

4.5.1 Analisis Efisiensi Teknis Faktor Produksi

Analisis efisiensi teknis merupakan pendekatan penting dalam mengevaluasi kinerja usahatani, efisiensi teknis menggambarkan kemampuan petani dalam mengoptimalkan penggunaan *input* produksi untuk menghasilkan output maksimum dalam kondisi teknologi tertentu. Untuk menganalisis efisiensi teknis usahatani buah naga, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, baik yang bersifat parametrik maupun non-parametrik. Analisis efisiensi teknis dalam usahatani buah naga bertujuan untuk mengukur sejauh mana petani dapat mengoptimalkan penggunaan *input* produksi guna mencapai output maksimum. Salah satu metode yang efektif untuk mengukur efisiensi teknis adalah *DEA*.

DEA berfungsi untuk mengidentifikasi sejauh mana setiap usahatani dapat memaksimalkan output dengan jumlah input tertentu, serta untuk menentukan unit-unit yang beroperasi secara efisien dan yang mengalami inefisiensi. Metode ini sangat berguna dalam konteks pertanian, di mana variabilitas dalam penggunaan sumber daya dan hasil produksi sering terjadi.

DEA merupakan metode non-parametrik yang digunakan untuk menilai efisiensi relatif dari unit pengambilan keputusan *DMU* (*Decision Making Unit*), dalam hal ini adalah petani buah naga. Metode ini membandingkan rasio antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan oleh berbagai *DMU* untuk menentukan unit yang paling efisien. *DEA* tidak memerlukan spesifikasi fungsi produksi tertentu sehingga cocok digunakan ketika bentuk fungsi produksi tidak diketahui atau sulit ditentukan. *DEA* mengidentifikasi unit yang efisien dengan skor 1 dan unit yang tidak efisien dengan skor kurang dari 1.

Efisiensi secara umum dapat diukur melalui rasio antara keluaran (output) dan masukan (input). Meskipun pendekatan ini bersifat sederhana, penerapannya kurang memadai karena tidak mampu menangkap tingkat keterkaitan hubungan antara berbagai jenis input dan output yang melibatkan sumber daya, aktivitas, serta faktor lingkungan yang beragam. Oleh sebab itu, digunakanlah ukuran efisiensi

relatif yang dianggap lebih representatif dalam kondisi tersebut. Maka dari itu ukuran relatif yang di bisa dipakai adalah:

$$Efisiensi = \frac{\text{jumlah tertimbang dari output}}{\text{jumlah tertimbang dari input}}$$

Sebagai alat ukur efisiensi *data envelopment analisis* (DEA) memiliki keunggulan dan kekurangan, Salah satu keunggulan utama DEA adalah kemampuannya untuk menganalisis efisiensi tanpa memerlukan asumsi bentuk fungsi produksi tertentu, sehingga lebih fleksibel dibandingkan pendekatan parametrik (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011). Selain itu, DEA mampu menangani berbagai jenis input dan output secara simultan serta memberikan informasi diagnostik yang bermanfaat untuk perbaikan kinerja unit yang tidak efisien. Namun demikian, DEA juga memiliki keterbatasan, di antaranya adalah sensitivitas terhadap outlier dan tidak mampu membedakan antara inefisiensi dan noise, karena sifatnya yang deterministik (Emrouznejad & Yang, 2018). Selain itu, DEA hanya memberikan ukuran efisiensi relatif dalam sampel yang tersedia, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasi secara eksternal tanpa perbandingan tambahan. Dalam penelitian ini digunakan model DEA dengan asumsi *Variable Returns to Scale* (VRS), karena mempertimbangkan adanya variasi skala lahan usahatani buah naga di antara responden, sehingga efisiensi teknis yang diukur mencerminkan efisiensi murni dalam pengelolaan input tanpa dipengaruhi oleh besar kecilnya skala usaha.

Model VRS dalam pendekatan DEA berfungsi penting dalam membedakan antara inefisiensi manajerial dan inefisiensi skala dalam kegiatan usahatani, termasuk dalam budidaya buah naga. Dengan menggunakan model VRS, peneliti dapat mengevaluasi efisiensi teknis murni, yaitu efisiensi yang tidak dipengaruhi oleh ukuran atau skala usaha, melainkan semata-mata oleh kualitas manajemen penggunaan input oleh petani. Skor efisiensi DEA dengan pendekatan VRS diperoleh melalui penyelesaian sistem persamaan yang secara struktural namun dengan penambahan kendala konveksitas $\sum \lambda = 1$. Kendala ini memastikan bahwa kombinasi linier dari unit-unit pembanding (DMU) berada pada suatu himpunan konveks, yang secara matematis merepresentasikan bahwa setiap DMU dibandingkan dengan unit-unit sejenis dalam skala yang serupa. Dengan demikian, model VRS memungkinkan pemisahan komponen inefisiensi yang disebabkan oleh

manajemen (*technical inefficiency*) dari yang disebabkan oleh skala usaha (*scale inefficiency*), menghasilkan pengukuran efisiensi teknis yang lebih akurat dan relevan, khususnya dalam konteks usahatani yang heterogen seperti pertanian buah naga. Berikut adalah rumus matematis lengkap model VRS, khususnya input-oriented yang umum digunakan untuk mengukur efisiensi teknis murni:

Meminimalkan θ

Dengan kendala (Constraints):

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{io}, \text{ untuk semua } i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{ro}, \text{ untuk semua } r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \text{ (kendala konveksitas / VRS constraint)} \\ \lambda_j &\geq 0, \text{ untuk semua } j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Keterangan:

θ	= Skor efisiensi teknis murni (PTE); $0 < \theta \leq 1$
x_{ij}	= Input ke-i pada unit ke-j (DMU)
x_{io}	= Input ke-i pada DMU yang sedang dievaluasi
y_{rj}	= Output ke-r pada unit ke-j (DMU)
y_{ro}	= Output ke-r pada DMU yang sedang dievaluasi
λ_j	= Bobot/koeffisien kontribusi dari DMU ke-j sebagai pembanding
m	= Jumlah Input
s	= Jumlah Output
n	= Jumlah total DMU yang dianalisis

Dalam analisis DEA, input slack berperan penting dalam mengidentifikasi sumber inefisiensi yang tidak tercermin sepenuhnya pada efisiensi teknis secara radial. Menurut Coelli et al. (2005), slack merupakan variabel tambahan yang menunjukkan adanya kelebihan penggunaan input atau kekurangan output setelah penyesuaian efisiensi dilakukan secara proporsional. Keberadaan input slack menunjukkan bahwa suatu DMU belum mencapai efisiensi penuh karena masih terdapat penggunaan input yang belum optimal secara spesifik. Oleh karena itu, pengukuran efisiensi tidak hanya ditentukan oleh kontraksi radial, tetapi juga oleh kemampuan menghilangkan seluruh slack. Selain sebagai indikator efisiensi, input slack juga dapat digunakan sebagai dasar dalam merumuskan rekomendasi

perbaikan penggunaan input agar lebih tepat sasaran dan optimal pada setiap jenis input dalam usahatani (Tone 2001).

$$s_i^- = x_i - x_i^*$$

Keterangan:

s_i^- = input slack pada input ke-i

x_i = jumlah input aktual yang di gunakan

x_i^* = jumlah input target atau input optimal hasil DEA

Rumus tersebut menunjukkan bahwa nilai *input slack* diperoleh dari selisih antara penggunaan input aktual (x_i) dan penggunaan input target atau input optimal (x_i^*). Dengan demikian, semakin besar nilai slack yang dihasilkan, maka semakin besar pula kelebihan penggunaan input yang masih dapat dikurangi tanpa menurunkan tingkat output yang dihasilkan.

1.6 Analisis Faktor Sosial Ekonomi yang Mempengaruhi Efisiensi Teknis Usahatani Buah Naga

Maximum Likelihood Estimation (MLE) merupakan metode estimasi parameter yang digunakan untuk memperoleh nilai parameter yang memiliki peluang terbesar dalam menghasilkan data yang diamati. Metode ini bekerja dengan membentuk fungsi *likelihood* berdasarkan distribusi probabilitas data, kemudian mencari nilai parameter yang memaksimumkan fungsi tersebut. Estimasi dilakukan melalui proses iterasi hingga diperoleh parameter yang konvergen atau mencapai nilai optimum.

Dalam penelitian ini, MLE digunakan sebagai metode estimasi pada model regresi Tobit karena variabel dependen berupa skor efisiensi teknis hasil *Data Envelopment Analysis* (DEA) memiliki batas nilai antara 0 dan 1 (*censored*), sedangkan variabel independen tidak mengalami sensor. Pada kondisi tersebut, metode *Ordinary Least Squares* (OLS) tidak mampu menghasilkan estimasi parameter yang konsisten dan efisien. Oleh karena itu, MLE dipilih karena mampu mengakomodasi karakteristik data yang tersensor sehingga menghasilkan estimasi parameter yang lebih akurat.

Parameter yang diperoleh melalui metode MLE selanjutnya digunakan dalam model regresi Tobit untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor sosial ekonomi

terhadap efisiensi teknis usahatani. Hasil estimasi tersebut kemudian diinterpretasikan berdasarkan arah koefisien regresi serta tingkat signifikansi masing-masing variabel independen.

Sebelum dilakukan estimasi model, data terlebih dahulu diuji untuk memastikan bahwa asumsi-asumsi yang diperlukan telah terpenuhi. Pengujian tersebut meliputi uji normalitas, uji heteroskedastisitas, dan uji linearitas. Pemenuhan asumsi tersebut bertujuan agar model yang diestimasi menggunakan metode MLE dapat memberikan hasil yang valid dan dapat diinterpretasikan dengan baik.

Regresi Tobit digunakan sebagai metode analisis untuk mengkaji pengaruh faktor-faktor sosial ekonomi terhadap efisiensi teknis usahatani yang diperoleh dari hasil analisis *Data Envelopment Analysis* (DEA). Pemilihan model Tobit didasarkan pada karakteristik variabel dependen, yaitu skor efisiensi teknis yang bersifat terbatas (*censored*) pada rentang nilai 0 hingga 1, sedangkan variabel independen tidak memiliki batasan nilai. Model Tobit mengasumsikan bahwa variabel-variabel dalam penelitian telah diukur secara akurat dan memenuhi asumsi dasar model, yaitu tidak terdapat autokorelasi, heteroskedastisitas, maupun multikolinearitas sempurna. Dengan terpenuhinya asumsi tersebut, model Tobit mampu menghasilkan estimasi parameter yang bersifat konsisten dan efisien dalam menjelaskan pengaruh faktor-faktor sosial ekonomi terhadap efisiensi teknis usahatani (Gujarati dan Dawn, 2009).

Faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani dianalisis menggunakan regresi Tobit. Faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani dianalisis menggunakan regresi Tobit. Metode ini digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel independen dan variabel dependen yang mengalami sensor atau memiliki batas tertentu. Regresi Tobit mampu mengukur pengaruh berbagai faktor, seperti alokasi input, durasi lampu LED, dan karakteristik petani terhadap skor efisiensi teknis. Selain itu, model ini juga berfungsi sebagai validasi terhadap hasil DEA melalui pengujian konsistensi dan identifikasi variabel eksternal yang memengaruhi efisiensi. Regresi Tobit dapat menunjukkan arah pengaruh variabel, baik positif maupun negatif, serta tingkat signifikansinya secara statistik.

Secara matematis, model Tobit dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$TE_i = \beta_0 + \beta_1PENDING_i + \beta_2PENG_i + \beta_3JAK_i + \beta_4KLM_i + \beta_5MOD_i + \varepsilon_i$$

Keterangan :

TE_i	=	Nilai efisiensi teknis (VRS)
$PENDING_i$	=	Lama pendidikan formal (tahun)
$PENG_i$	=	Pengalaman usahatani (tahun)
JAK_i	=	Jumlah anggota keluarga (jiwa)
KLM_i	=	Keanggotaan kelembagaan (0 = tidak mengikuti kelompok tani; 1 = mengikuti kelompok tani)
MOD_i	=	Sumber modal (0 = modal sendiri dan pinjaman; 1 = modal sendiri)
β_0	=	Konstanta
$\beta_1 - \beta_5$	=	Koefisien regresi
ε_i	=	Galat (<i>error term</i>)

4.7 Definisi dan Pengukuran Variabel

Untuk memastikan kejelasan makna serta menghindari terjadinya kesalahan dalam penafsiran istilah-istilah yang digunakan, pada bagian ini disajikan definisi operasional beserta pengukuran masing-masing variabel penelitian. Definisi operasional berfungsi sebagai pedoman dalam mengidentifikasi, mengukur, dan menganalisis setiap variabel sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan adanya definisi operasional, konsep yang digunakan menjadi lebih jelas, terukur, dan sesuai dengan fokus serta konteks penelitian, sehingga memudahkan proses pengumpulan, pengolahan, dan interpretasi data secara konsisten.

1. Luas lahan adalah luas tanah yang digunakan petani untuk menanam buah naga selama satu musim tanam, diukur dalam meter² (m²).
2. Tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam kegiatan usahatani buah naga, baik tenaga kerja keluarga maupun luar keluarga, selama satu musim tanam dalam satuan Hari Orang Kerja (HOK).
3. Lampu LED pada tanaman buah naga adalah teknologi pencahayaan buatan yang digunakan pada malam hari untuk merangsang pembungaan di luar musim dan membantu meningkatkan frekuensi panen dan produksi buah naga sepanjang tahun.
4. Pupuk adalah total jumlah pupuk yang digunakan, baik pupuk organik maupun anorganik, selama satu musim tanam diukur dalam satuan kilogram (kg).

5. Pestisida merupakan jumlah pestisida (insektisida, fungisida, dan lain-lain) yang digunakan selama proses budidaya buah naga yang diukur dalam satuan kilogram(kg).
6. Produksi buah naga adalah jumlah total buah naga yang dihasilkan oleh petani selama satu musim tanam yang diukur dalam satuan kilogram (kg).

