

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Usahatani Buah naga

Usahatani merupakan suatu kegiatan yang di lakukan untuk mencapai keuntungan setiap pelaku usaha yang bergerak pada bidang pertanian. Usahatani adalah kegiatan ekonomi yang melibatkan pengelolaan sumber daya pertanian seperti lahan, tenaga kerja, modal, dan teknologi, untuk menghasilkan produk pertanian yang bernilai ekonomi. Usahatani mencakup berbagai aspek, mulai dari perencanaan, pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan, hingga panen dan pemasaran hasil produksi. Keberhasilan suatu usahatani dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi iklim, ketersediaan udara, jenis tanaman atau ternak yang dibudidayakan, serta penggunaan teknologi dan inovasi dalam pertanian. Efisiensi dalam alokasi input, seperti pupuk, benih, dan tenaga kerja, berperan penting dalam meningkatkan produktivitas. Penggunaan input yang tepat dan proporsional tidak hanya dapat menekan biaya produksi, tetapi juga memaksimalkan hasil panen. Pengelolaan input yang efisien menjadi salah satu faktor kunci untuk meningkatkan daya saing usahatani (Darwis, 2017).

Menurut Soekartawi (1995) ilmu usahatani merupakan bidang ilmu yang mempelajari cara pemanfaatan sumber daya secara efektif untuk mencapai keuntungan yang optimal. Seorang petani dikatakan produktif apabila mampu mengelola berbagai sumber daya yang dimiliki, seperti lahan, modal, tenaga kerja, maupun teknologi, secara efisien. Artinya, pengeluaran dapat ditekan sekecil mungkin namun tetap menghasilkan produksi yang tinggi. Dengan demikian, ilmu usahatani tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknis budidaya, melainkan juga pada pengaturan input dan output guna meningkatkan pendapatan serta menjaga keberlanjutan usaha pertanian.

Menurut Soekartawi (2002), usahatani merupakan kegiatan pengelolaan sumber daya alam, tenaga kerja, modal, dan kemampuan manajerial yang dilakukan petani untuk memperoleh hasil produksi dan pendapatan yang maksimal. Dalam konteks usahatani buah naga, keberhasilan produksi ditentukan oleh kemampuan petani dalam mengalokasikan faktor-faktor produksi, seperti lahan, bibit, pupuk, pestisida, tenaga kerja, dan teknologi budidaya secara efisien.

Penerapan teknologi, seperti penggunaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) untuk merangsang pembungaan di luar musim, menjadi salah satu inovasi yang mampu meningkatkan kontinuitas produksi. Oleh karena itu, efisiensi dalam pengelolaan faktor produksi merupakan aspek penting untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan usahatani buah naga.

Buah naga merupakan tanaman yang masih satu keluarga dengan tanaman kaktus (*cactaceae*) yang berasal dari Amerika Selatan, buah naga yang tumbuh di Amerika Selatan pada masa itu hanya di konsumsi oleh kalangan bangsawan dan orang-orang kaya saja namun dengan perkembangan jaman dari waktu ke waktu tanaman buah naga berkembang dan tersebar pertumbuhannya di negara Amerika lainnya seperti di Texas dan Meksiko. Seseorang yang berasal dari Prancis memperkenalkan tanaman buah naga ke Vietnam lalu berkembang di negara-negara lain seperti Thailand, Malaysia, dan China (Muas *et al*, 2016).

Buah naga merupakan tanaman tropis yang mudah bertumbuh dan beradaptasi pada iklim-iklim yang tidak menentu, seperti perubahan iklim dengan curah hujan yang tinggi, angin dan iklim panas. Buah naga sangat cocok dengan intensitas cahaya matahari dengan kisaran 70-80 % maka dari itu tanaman buah naga sebaiknya di tanam tanpa ada naungan yang menghalangi sinar matahari yang mengenai langsung pada cabang-cabang pohon buah naga (Rahayu, 2014).

Tanaman buah naga merupakan tanaman musiman yang mulai berbunga pada musim hujan atau berbunga pada Bulan Agustus dan pada Bulan Desember-Februari buah naga sudah siap panen. Buah naga dewasa memproduksi banyak buah, pada saat musim buah panen akan melimpah pada waktu tersebut harga jual buah naga akan mengalami penurunan di akibatkan melimpahnya jumlah produksi buah naga akan tetapi pada saat buah naga berbuah tidak pada musimnya maka nilai jual produk akan mengalami kenaikan (Susanto dan Rondhi, 2020).

Menurut Alam Tani (2012) usahatani buah naga sangat cocok dikembangkan di Indonesia karena didukung oleh kondisi iklim tropis dan keadaan alam yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman tersebut. Buah naga dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal pada daerah dengan ketinggian sekitar 0–350 meter di atas permukaan laut (dpl), sehingga banyak wilayah di Indonesia memiliki potensi yang baik untuk pengembangannya. Selain itu, tanaman buah naga membutuhkan

curah hujan sekitar 720 mm per tahun agar proses pertumbuhan vegetatif dan generatif dapat berlangsung dengan baik. Suhu udara juga menjadi faktor penting dalam budidaya buah naga, di mana suhu ideal bagi pertumbuhannya berkisar antara 26–36°C. Kondisi suhu tersebut mampu mendukung proses fotosintesis, pembungaan, hingga pembentukan buah secara optimal. Dengan kesesuaian kondisi agroklimat tersebut, usahatani buah naga memiliki peluang yang besar untuk terus dikembangkan sebagai komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi di Indonesia.

2.1.1 Input Usahatani Buah Naga

Input-input usahatani buah naga meliputi faktor produksi utama yang secara langsung memengaruhi tingkat efisiensi dan produktivitas, antara lain bibit berkualitas yang menentukan potensi hasil, tenaga kerja dalam maupun luar keluarga; penggerak aktivitas budidaya lahan sebagai media tumbuh, pupuk organik maupun anorganik untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, pestisida guna mengendalikan hama dan penyakit; dan sarana pendukung seperti instalasi listrik dan lampu LED yang berfungsi untuk merangsang pembungaan dan memperpanjang musim produksi, sehingga kombinasi dan alokasi penggunaan input tersebut menjadi penentu keberhasilan usahatani buah naga (Ledoh, NAP *et al.* 2023).

1. Bibit

Bibit tanaman buah naga dapat diperoleh dengan dua metode yakni menggunakan metode stek batang dan perbanyakan dengan biji. Metode yang sering di gunakan oleh para petani yaitu menggunakan stek batang karena lebih praktis, pertumbuhan bibit lebih cepat, hasilnya seragam dengan induknya, serta tanaman dapat berbuah dalam kurun waktu sekitar satu hingga dua tahun setelah tanam. Keberhasilan stek sangat dipengaruhi oleh kualitas batang induk serta ukuran potongan stek, di mana stek yang berasal dari batang produktif dengan panjang optimal cenderung memiliki tingkat pertumbuhan akar dan tunas lebih baik (Cybex, 2021).

2. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan komponen krusial dalam usahatani buah naga, berperan signifikan dalam berbagai tahapan budidaya, tenaga kerja berperan sebagai faktor produksi utama yang secara positif memengaruhi produktivitas melalui intensitas dan efisiensi kerja. Dalam budidaya buah naga, hampir semua proses seperti pemasangan tiang penyangga, pelatihan dan pemangkasan tunas, pengendalian gulma, penyerbukan (kadang dilakukan manual), panen, dan penanganan pasca panen semuanya bergantung pada tenaga kerja manusia Ulandari, A., & Karmini, N. L. (2025).

3. Lahan

Lahan salah satu komponen penting dalam menjalankan usahatani karena lahan menjadi media tanam dan sebagai media produksi. Lahan pertanian yang di kelola dengan baik maka dapat meningkatkan produktivitas tanaman buah naga serta memberikan keuntungan yang maksimal bagi petani. Memilih lahan yang sesuai dan menerapkan teknik pengolahan yang baik maka hasil panen akan lebih optimal Sari, M. (2017).

4. Pupuk

Pupuk berperan penting dalam budidaya buah naga karena Pada masa awal pertumbuhan pupuk yang dibutuhkan harus mengandung banyak unsur nitrogen (N). Pada fase berbunga atau berbuah gunakan pupuk yang banyak mengandung fosfor (P) dan kalium (K). Pemakaian urea tidak dianjurkan untuk memupuk buah naga, karena sering mengakibatkan busuk batang. Pemupukan dengan pupuk kompos atau pupuk kandang dilakukan setiap 3 bulan sekali dengan dosis 5-10 kg per lubang tanam. Pada saat berbunga dan berbuah berikan pupuk tambahan NPK masing-masing 50 gram per lubang tanam. Pada tahun berikutnya perbanyak dosis pemberian pupuk sesuai dengan ukuran tanaman. Pupuk tambahan berupa pupuk organik cair, pupuk hayati atau hormon perangsang buah bisa diberikan untuk memaksimalkan hasil (Djaya, M. S., & Ni'mah, G. K. 2024).

5. Pestisida

Pestisida perlu di gunakan apabila tanaman buah naga terserang hama dan penyakit. Tanaman buah naga rentan terhadap hama dan penyakit seperti, kutu putih dan tungau merupakan hama yang dapat mengganggu tanaman buah naga sehingga

mempengaruhi tanaman buah naga berproduksi buah naga. Penggunaan pestisida dapat dilakukan apabila populasi hama yang relatif banyak. Penyakit yang sering menyerang tanaman buah naga yakni busuk batang dan bercak batang apabila tanaman buah naga terserang penyakit tersebut perlu perawatan tanaman dengan menggunakan fungisida, apabila busuk batang dan bercak coklat menyebar pada seluruh tunas cabang buah naga maka perlu dilakukan pemangkasan atau *prunning*. Pemilihan obat untuk tanaman buah naga harus disesuaikan dengan jenis hama atau penyakit yang menyerang. Penggunaan spesifik kimia harus dilakukan dengan bijak (Emilda *et al* 2016).

6. Instalasi Listrik

Dalam konteks budidaya buah naga, penerapan instalasi listrik untuk pencahayaan malam dan penggerak irigasi berbasis energi listrik berfungsi sebagai katalisator intensifikasi produksi. Penerangan buatan menggunakan lampu LED spektrum penuh menyokong proses fotosintesis tanaman secara kontinu, mendukung pembungaan dan pembentukan buah di luar musim, sehingga frekuensi panen meningkat secara signifikan. Sistem ini tidak hanya memperpanjang durasi cahaya akan tetapi juga efektif untuk menjaga suhu mikro lingkungan kebun agar tetap kondusif untuk pertumbuhan optimal dan mengurangi risiko serangan hama (Pinantiko, *et al* 2021).

7. Lampu LED

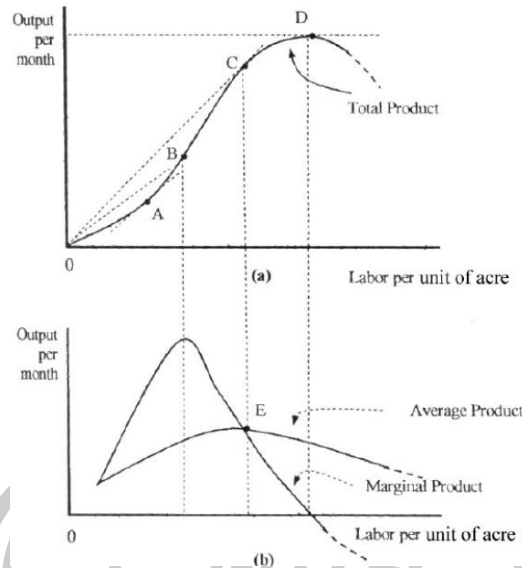
Penggunaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) dalam budidaya buah naga bertujuan utama untuk merangsang pembungaan dan meningkatkan produktivitas tanaman. Buah naga dikenal sebagai tanaman nokturnal yang berbunga pada malam hari, sehingga pencahayaan tambahan diperlukan untuk memperpanjang durasi cahaya yang diterima tanaman serta merangsang produksi hormon pembungaan. Menurut Taiz dan Zeiger (2010), cahaya merupakan faktor lingkungan esensial yang memengaruhi fotosintesis, pertumbuhan, dan perkembangan morfologis tanaman. Teknologi LED dipilih karena efisiensi energi, umur pakai yang panjang, dan kemampuannya menghasilkan spektrum cahaya spesifik sesuai kebutuhan fisiologis tanaman (Bourget, 2008). Secara fisiologis, cahaya merah dengan panjang gelombang sekitar 660 nm efektif dalam mendukung fotosintesis dan induksi bunga, sementara cahaya biru (± 450 nm) berperan dalam merangsang

pertumbuhan vegetatif dan membuka stomata (Johkan et al., 2010). Kombinasi cahaya merah dan biru terbukti mengoptimalkan pertumbuhan serta hasil produksi berbagai tanaman hortikultura, termasuk buah naga. Dalam praktik lapangan, instalasi LED umumnya menggunakan lampu berdaya 5–10 watt yang dipasang pada tiang setinggi 1,5–2 meter dengan jarak antar lampu 3–5 meter, serta dihubungkan dengan timer otomatis untuk efisiensi energi dengan waktu nyala pukul 18.00–06.00. Penyesuaian spektrum dan durasi pencahayaan ini menjadikan LED sebagai teknologi pencahayaan modern yang efektif untuk meningkatkan efisiensi fisiologis tanaman sekaligus produktivitas buah naga.

2.2 Konsep Fungsi Produksi

Tujuan produksi adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan menyediakan barang dan jasa yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. produksi juga bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan memastikan ketersediaan barang dan jasa yang berkualitas serta harga yang terjangkau. Dalam dunia usaha, produksi memiliki peran penting dalam menghasilkan keuntungan bagi produsen. Dengan keuntungan yang diperoleh, produsen dapat mengembangkan usaha, meningkatkan kapasitas produksi, serta menciptakan inovasi baru.

Menurut Sujarwo (2019), konsep fungsi produksi menjadi kunci utama dalam proses produksi suatu barang. Fungsi produksi adalah hubungan teknis yang melibatkan produksi dan *input* yang digunakan. Hubungan teknis antara *input* dan *output* ini terhubung dalam suatu fungsi yang dikemukakan oleh ahli matematika dan ekonomi. Fungsi produksi menunjukkan bagaimana berbagai kombinasi faktor produksi yang digunakan untuk menghasilkan *output*. Fungsi produksi dapat di gambarkan secara umum:



Gambar 2.1 Kurva Fungsi Produksi Rata-rata, Marginal
Sumber : Sujarwo (2019)

Fungsi produksi dapat juga dinyatakan dengan persamaan $y = f(x)$, y merupakan *output* produksi dan x *input* produksi, x dan y merupakan angka yang positif yang biasanya mempresentasikan sebagai faktor produksi. f sendiri berfungsi mempresentasikan *input* dan *output* yang saling berhubungan bernilai positif (*output* selalu lebih besar atau sama dengan nol). Fungsi produksi merepresentasikan batas kemungkinan *output* berdasarkan penggunaan *input* yang tersedia. Fungsi ini menunjukkan hubungan teknis antara jumlah *input* yang digunakan dan *output* yang dapat dihasilkan secara efisien Sujarwo (2019).

Fungsi produksi menggambarkan hubungan antar 3 konsep seperti TPP (*Total Physical Product*), APP (*Average Physical Product*) dan MPP (*Marginal Physical Product*). Ketika kegiatan proses produksi di laksanakan *input* akan di modifikasi menjadi *output* dengan pengaplikasian teknologi tertentu atau proses produksi maka nilai TPP dapat di temukan. Konsep peting yang lain meliputi APP (*Average Physical Product*) dan MPP (*Marginal Physical Product*) konsep tersebut dapat di gambarkan dalam perumusan matematis Sujarwo (2019), sebagai berikut:

$$APP = \frac{y}{x}$$

Keterangan

APP = (*Average Physical Product*)

Y = *output*

X = *input*

Average Physical Product (APP) menunjukkan tingkat efektivitas penggunaan suatu faktor produksi dalam menghasilkan output. APP menggambarkan rata-rata output yang dihasilkan oleh setiap satu unit input yang digunakan, sehingga dapat digunakan untuk menilai produktivitas rata-rata suatu faktor produksi. Semakin tinggi nilai APP, semakin efektif penggunaan input tersebut dalam menghasilkan output.

Marginal Physical Product (MPP) atau produk fisik marginal merupakan tambahan hasil produksi (output) yang diperoleh akibat penambahan satu satuan faktor produksi (input) variabel, sementara faktor produksi lainnya dianggap tetap (*ceteris paribus*). MPP menunjukkan besarnya perubahan output yang dihasilkan dari setiap penambahan unit input sehingga dapat digunakan untuk mengukur produktivitas marginal suatu faktor produksi. Dalam teori produksi, nilai MPP pada awalnya akan meningkat seiring dengan penambahan input, kemudian mengalami penurunan sebagai akibat berlakunya hukum hasil tambahan yang semakin berkurang (*Law of Diminishing Marginal Returns*). Oleh karena itu, MPP menjadi indikator penting dalam menentukan tingkat penggunaan input yang efisien dan optimal dalam proses produksi serta sebagai dasar dalam pengambilan keputusan penggunaan faktor-faktor produksi.

$$MPP = \frac{\partial y}{\partial x}$$

Keterangan:

MPP = (*Marginal Physical Product*)

Dy = perubahan *input*

Dx = perubahan *output*

MPP menunjukkan besarnya tambahan output yang dihasilkan akibat penambahan satu unit faktor produksi, dengan asumsi faktor produksi lainnya tetap (*ceteris paribus*). Nilai MPP mencerminkan produktivitas marginal suatu input

sehingga dapat digunakan untuk menilai kontribusi setiap tambahan faktor produksi terhadap peningkatan output yang dihasilkan.

Menurut Sujarwo (2019) fungsi produksi bagian menjadi tiga tahap berdasarkan hubungan antara jumlah *input* yang digunakan dan *output* yang dihasilkan. Tahap 1 disebut daerah irasional karena produsen hanya akan menyesuaikan jumlah *input* yang digunakan selama penambahan *input* tersebut masih berlaku dan pada saat keuntungan terus meningkat. Tahap tiga dimasukkan dalam daerah irasional karena dalam proses produksi disebut sebagai daerah irasional karena pada tahap ini terjadi peningkatan jumlah *input* tetapi hasil produksi yang diperoleh masih sangat kecil atau bahkan tidak efisien.

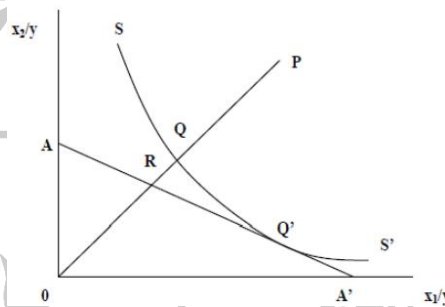
Pada tahap 2 dalam proses produksi disebut sebagai daerah rasional karena pada tahap ini penggunaan *input* memberikan peningkatan *output* yang efisien dan menguntungkan bagi produsen. Pada tahap ini, produk marginal masih positif namun mulai menurun, yang berarti setiap tambahan *input* masih menghasilkan peningkatan *output*, meskipun dengan laju yang lebih kecil. Produsen berada dalam kondisi optimal untuk beroperasi karena mereka dapat memaksimalkan keuntungan dengan menyesuaikan penggunaan *input* agar tetap dalam batas efisiensi. Selain itu, pada tahap ini terjadi keseimbangan antara biaya produksi dan hasil yang diperoleh, sehingga keputusan produksi menguntungkan.

Pada tahap 3 dalam proses produksi disebut sebagai daerah irasional karena pada tahap ini penambahan penggunaan faktor produksi tidak lagi meningkatkan output, tetapi justru menyebabkan output total menurun. Kondisi ini terjadi karena *Marginal Physical Product* (MPP) telah bernilai negatif, sehingga setiap penambahan input mengakibatkan penurunan hasil produksi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan faktor produksi telah melebihi tingkat optimal sehingga efisiensi produksi menurun. Produsen tidak disarankan untuk beroperasi pada tahap ini karena penambahan input hanya akan meningkatkan biaya produksi tanpa memberikan tambahan output, bahkan dapat mengurangi keuntungan yang diperoleh.

1.3 Konsep Efisiensi

Efisiensi adalah kemampuan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin, dalam berbagai bidang efisiensi menjadi faktor penting dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi pemborosan. Misalnya dalam dunia bisnis efisiensi diukur diukur berdasarkan bagaimana perusahaan mengelola waktu, tenaga dan biaya untuk mencapai tujuan dengan hasil maksimal. Semakin tinggi tingkat efisien suatu sistem atau proses semakin optimal pula penggunaannya dalam mencapai hasil yang diharapkan. Efisiensi menjadi salah satu indikator utama dalam menilai keberhasilan suatu usaha atau kegiatan (Supriyono, 1997).

Menurut Coelli (2005) pengukuran efisiensi dilihat dengan baik fokus pada sisi input (*input oriented*) ataupun fokus pada sisi output (*output oriented*). Pendekatan kedua ini sama dengan dengan konsep primal dual di dalam teknik *operations reserch* dan pada akhirnya pendekata kedua ini



Gambar 1.2 Kurva efisiensi
Sumber: Battese *et al.* (2005)

Konsep efisiensi di kemukakan oleh Farrel (1957) dan Coelli *et al* (1998). Efisiensi dapat di golongkan menjadi 3 kelompok yakni efisiensi teknis, efisiensi alokasi dan efisiensi ekonomis. Efisiensi teknis suatu kondisi di mana suatu perusahaan atau organisasi mampu menghasilkan *output* maksimal dengan jumlah input tertentu atau menghasilkan *output* tertentu dengan penggunaan *input* seminimal mungkin. Efisiensi teknis sangat penting dalam meningkatkan penghematan sumber daya atau input dan profitabilitas suatu perusahaan karena memungkinkan mereka memanfaatkan sumber daya dengan lebih baik, menekan biaya produksi, dan meningkatkan produktivitas.

Efisiensi alokasi adalah kondisi di mana sumber daya yang tersedia dialokasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan kombinasi *output* yang paling bernilai bagi masyarakat atau pasar. Efisiensi alokasi sangat penting dalam perekonomian untuk memastikan produksi dan konsumsi berlangsung secara optimal, mendukung pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan kesejahteraan.

Efisiensi ekonomi adalah kondisi di mana suatu perusahaan atau organisasi mencapai keseimbangan antara efisiensi teknis dan efisiensi alokasi, sehingga produksi dilakukan dengan biaya serendah mungkin sambil tetap menghasilkan *output* yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Kondisi ini sangat penting dalam perekonomian karena membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat, mendorong daya saing, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang terbatas.

2.4 Konsep DEA (*Data Envelopment Analysis*)

Data Envelopment Analysis (DEA) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengukur efisiensi relatif dari unit-unit pengambilan keputusan (*Decision Making Unit*) DMU dalam suatu organisasi atau sektor tertentu. Metode ini sering diterapkan dalam konteks manajemen dan ekonomi untuk memancarkan kinerja dengan membandingkan input yang digunakan dan *output* yang dihasilkan. DEA menggunakan pendekatan non-parametrik, yang berarti tidak memerlukan asumsi tentang bentuk fungsi produksi, sehingga dapat menangani berbagai jenis data dan situasi. Dalam *Data Envelopment Analysis* (DEA), efisiensi diukur dengan membandingkan rasio antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan. Unit pengambilan keputusan (*Decision Making Unit*) atau DMU yang berada pada batas efisiensi (*efficient frontier*) dikategorikan sebagai unit yang efisien, sedangkan unit yang berada di bawah batas efisiensi dikategorikan sebagai belum efisien atau tidak efisien. (Cooper et al., 2006).

Teknis analisis DEA didesain untuk mengukur efisiensi relatif suatu DMU dalam kondisi banyak *input* maupun *output*. Efisiensi relatif suatu DMU (*Decision Making Unit*) adalah efisiensi suatu DMU dibanding DMU lain dalam sampel yang menggunakan jenis *input* dan *output* yang sama. DEA memformulasikan DMU sebagai program linear fraksional untuk mencari solusi, apabila model tersebut

ditransformasikan ke dalam program linear dengan nilai bobot dari *input* dan *output* (Sutawijaya dan Lestari, 2009).

DEA memiliki keunggulan karena tidak memerlukan bentuk fungsional dari hubungan input-output dan dapat digunakan untuk menganalisis efisiensi relatif tanpa asumsi distribusi tertentu. Dalam penelitian pertanian, DEA umum digunakan untuk mengevaluasi efisiensi teknis, terutama dalam skala usaha kecil. Nilai efisiensi yang dihasilkan berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa DMU berada pada frontier efisiensi.

Terdapat dua pendekatan optimasi yang biasa digunakan dalam model DEA menurut Nizar (2015), yaitu:

1. *Constan Return to Scale*

Model CRS yang merupakan model dasar DEA menggunakan asumsi *constan return to scale* yang membawa implikasi pada bentuk *efficient* yang linier. Model *constan return to scale* dikembangkan oleh Climes, Cooper dan Rhodes. Model ini mengasumsikan bahwa rasio antara penambahan *input* dan *output* adalah sama (*constan return to scale*). Artinya jika ada tambahan *input* sebesar x kali, maka *output* akan meningkat sebesar x kali juga. Asumsi lain yang digunakan pada model ini adalah bahwa setiap perusahaan atau unit pembuat keputusan (UPK) beroperasi pada skala yang optimal.

2. *Variable Return to Scale*

Model VRS dikembangkan oleh Banker, Charnes, dan Cooper 1984 sebagai pengembangan dari model CRS. Model ini mengasumsikan bahwa suatu unit pengambilan keputusan atau DMU belum tentu beroperasi pada skala yang optimal. Oleh karena itu, hubungan antara perubahan input dan output bersifat tidak proporsional. Artinya, penambahan input belum tentu menghasilkan penambahan output dalam proporsi yang sama. Peningkatan output dapat lebih kecil daripada peningkatan input (*decreasing returns to scale*) atau lebih besar daripada peningkatan input (*increasing returns to scale*), sehingga rasio perubahan input dan output bersifat variabel (*variable returns to scale*).

2.5 Regresi Tobit

Model regresi Tobit merupakan pendekatan statistik yang banyak digunakan dalam analisis data terbatas, terutama dalam konteks penelitian efisiensi teknis yang melibatkan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Tobin (1958) dan sangat sesuai untuk digunakan dalam penelitian efisiensi yang mengaitkan hasil DEA dengan faktor-faktor penjelas. Salah satu keunggulan utama dari regresi Tobit adalah kemampuannya untuk menangani data dependen yang tersensor, seperti skor efisiensi yang berkisar antara 0 dan 1, yang merupakan hasil dari analisis DEA. Dalam konteks usahatani, regresi Tobit sangat relevan digunakan untuk menjelaskan bagaimana karakteristik petani dan faktor-faktor eksternal lainnya memengaruhi tingkat efisiensi teknis.

Menurut Cooper et al. (2006), regresi Tobit memiliki beberapa kelebihan, antara lain, mampu mengidentifikasi intensitas pengaruh variabel independen terhadap skor efisiensi, dapat digunakan untuk menguji konsistensi hasil DEA dengan mengaitkan hasil tersebut dengan variabel penjelas, serta memungkinkan pengujian terhadap arah pengaruh (positif atau negatif) dan tingkat signifikansi dari faktor-faktor yang diasumsikan memengaruhi efisiensi teknis.

Dalam penelitian ini, nilai efisiensi teknis yang dihasilkan melalui pendekatan DEA berada dalam rentang antara 0,00 hingga 1,00. Nilai 1,00 menunjukkan bahwa suatu unit pengamatan (dalam hal ini petani buah naga) telah mencapai efisiensi teknis maksimal, sementara nilai di bawah 1,00 mengindikasikan masih terdapat inefisiensi dalam penggunaan input terhadap output. Regresi Tobit digunakan sebagai alat analisis lanjutan untuk menjelaskan hubungan antara nilai efisiensi teknis yang diperoleh dari DEA dengan karakteristik demografis, sosial, dan ekonomi petani. Dengan menggunakan pendekatan ini, maka faktor-faktor eksternal yang tidak secara langsung diperhitungkan dalam model DEA, namun diyakini memiliki pengaruh terhadap kinerja produksi, dapat dievaluasi secara kuantitatif (Winarso et al. 2021).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Hestina, (2017) untuk menganalisis data digunakan *Data Envelopment Analysis (DEA)* dan Tobit. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah luas lahan (ha), jumlah benih (kg), pupuk Urea (kg), NPK (kg), tenaga kerja dalam keluarga (HOK), dan tenaga kerja luar keluarga (HOK). Kegiatan usahatani rata-rata petani responden masih belum menggunakan *input* sesuai dengan *input* yang dianjurkan, seperti penggunaan benih, NPK dan Urea. Petani di Jawa dapat mengurangi penggunaan urea sebanyak 6,75 kg, NPK sebanyak 14,96 kg, dan tenaga kerja sebanyak 7,45 HOK dan petani luar Jawa urea sebanyak 32,37 kg, NPK sebanyak 6,01 kg, dan tenaga kerja sebanyak 15,93 HOK agar usahatani padi dapat efisien secara teknis. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi usahatani di luar Jawa adalah usia, pendidikan, dan keanggotaan kelompok tani, yang tidak berpengaruh adalah jumlah tanggungan keluarga, akses lembaga keuangan, dan penyuluhan.

Penelitian yang dilakukan Arifin *et al.* (2019) menggunakan analisis pendekatan DEA dan regresi Tobit. Variabel output dalam penelitian ini adalah produksi dan produktivitas kentang dan variabel input meliputi benih kentang, pupuk organik cair, pupuk kimia, pestisida dan tenaga kerja. Tingkat efisiensi teknis pada petani yang diambil sebagai sampel di Kabupaten Gowa sebesar 0,842 atau 84,2% dengan menggunakan 46% petani kentang yang sudah efisien. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani kentang di Kabupaten Gowa yakni pendidikan dan pendapatan di luar usahatani.

Penelitian yang dilakukan oleh Ryan Hartono Winarso (2020) menggunakan analisis *Data Envelopment Analysis (DEA)* dan Regresi Tobit. Penelitian mengenai efisiensi teknis usahatani bawang merah di Desa Torongrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu menggunakan metode *Data Envelopment Analysis (DEA)* dengan variabel input berupa luas lahan, benih, pupuk kimia, pupuk kandang, pestisida cair, pestisida padat, dan tenaga kerja, sedangkan variabel output yang digunakan adalah produksi bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi teknis DEA dengan asumsi CCR sebesar 87,7%, BCC sebesar 99%, dan scale efficiency sebesar 88,6%, sehingga usahatani bawang merah masih tergolong belum efisien secara penuh. Analisis regresi Tobit menggunakan variabel

sosial ekonomi berupa umur, pendidikan, pengalaman usahatani, jumlah anggota keluarga yang tidak bekerja, dan status kepemilikan lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendidikan dan pengalaman usahatani berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi teknis, sedangkan status kepemilikan lahan berpengaruh negatif dan signifikan.

Penelitian oleh Izzulhaq dan Usmadi (2023) menunjukkan bahwa variasi durasi penyinaran lampu LED selama 3, 5, dan 7 jam per hari berpengaruh signifikan terhadap produktivitas buah naga. Penambahan durasi penyinaran mampu mempercepat pembungaan, meningkatkan jumlah bunga dan buah, mengurangi kerontokan bunga, serta memperbaiki kualitas buah. Pemanfaatan lampu LED juga memungkinkan pengaturan fotoperiode tanaman sehingga produksi tidak bergantung pada kondisi alam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan durasi penyinaran LED merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi teknis budidaya sekaligus meningkatkan hasil produksi

Susanti (2025) menganalisis efisiensi teknis, alokatif, dan ekonomi usahatani tembakau dengan variabel input berupa bibit, pupuk, luas lahan, dan tenaga kerja. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata efisiensi teknis sebesar 0,71, dengan nilai tertinggi 0,94 dan terendah 0,18. Sebanyak 43 petani memiliki tingkat efisiensi teknis di atas 0,70, sedangkan 25 petani masih belum efisien. Tingkat efisiensi yang tinggi menunjukkan bahwa petani telah memanfaatkan teknologi secara optimal, sementara efisiensi yang rendah mengindikasikan pemanfaatan teknologi yang belum optimal.