BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian Mukarromah Arifin dkk, (2021), berpendapat mengenai efisiensi usahatani kentang di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi teknis serta faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis di Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu *purposive sampling* dengan jumlah responden sebanyak 50 petani kentang. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis dengan pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan regresi Tobit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 23 orang petani responden dinyatakan efisien secara teknis atau sekitar 46 persen dari total responden yang diteliti. Faktor tersebut signifikan berpengaruh terhadap efisiensi teknis usahatani kentang di Kecamatan Tinggimoncong yaitu pendidikan dan pendapatan di luar usahatani.

Sedangkan Pada Penelitian Maryanto dkk., (2018), meneliti mengenai efisiensi tekni dan faktor penentunya pada usahatani kentang (*Solanum tuberosum* L) di Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisis tingkat efisiensi dan faktor apa saja yang mempengaruhi pencapaian efisiensi teknis pada usahatani kentang di kecamatan Dempo Utara, Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Utara dengan melakukan sensus terhadap 50 petani kentang. Fungsi produksi frontier yang diestimasi dengan menggunakan metode MLE digunakan utnuk menentukan tingkat capaian efisiensi teknis. Sementara itu, regresi berganda yang diestimasi dengan pendekatan OLS diaplikasikan untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi capaian efisiensi teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa capaian efisiensi teknis usahatani kentang ratarata 81,336 persen. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa intensitas keikutsertaan dalam penyuluhan, pengalaman petani berpengaruh nyata secara negatif terhadap capaian inefisiensi teknis sementara pendidikan dan umur petani serta status kepemilikan lahan tidak berpengaruh.

Pendapat pada penelitian Winarso dkk., (2021), mengenai Analisis Efisiensi Teknis MultiStage Menggunakan *Data Envelopment Analysis* (Dea) Dan Regresi Tobit Pada Usahatani Bawang Merah, Studi Kasus Di Desa Torongrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode usahatani dan efisiensi produksi bawang merah beserta faktor-faktor sosial ekonomi yang berpengaruh terhadap efisiensi teknis produksi bawang merah. Metode analisis dalam penelitian ini yaitu: analisis usahatani untuk mengetahui keuntungan usahatani, analisis menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk mengetahui efisiensi produksi dan regresi Tobit untuk mengetahui faktor-faktor sosial ekonomi yang dapat mempengaruhi efisiensi teknis produksi bawang merah. Hasil analisis menunjukkan bahwa petani bawang merah di Desa Torongrejo memiliki R/C ratio sebesar 2,09 dengan nilai efisiensi

teknis DEA-CRS sebesar 87,7%, DEA-VRS sebesar 99% dan skala efisiensi sebesar 88,6%.

Penelitian yang dilakukan oleh Mustaniroh dkk,. (2023) meneliti mengenai analisis kinerja efisiensi kelembagaan rantai pasok klaster UKM keripik kentang menggunakan pendekatan data *Envelopment Analysis* Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai kinerja efisiensi, sub-variabel input yang paling berpengaruh, dan usulan strategi perbaikan kinerja pada klaster keripik kentang. Metode yang digunakan adalah Data *Envelopment Analysis* model CCR-I Dual dengan sub- variabel input yaitu *cash to cash cycle time, lead time, flexibility*, dan biaya. Sub- variabel output meliputi persentase kesesuaian standar mutu, pemenuhan pesanan, kinerja pengiriman, dan jumlah pendapatan. Analisis pengukuran dilakukan terhadap alur kinerja UKM ke retailer melalui nilai Decision Making Unit (DMU) diperoleh hasil bahwa Decision Making Unit DMU 2, DMU 3, DMU 5, DMU 6, dan DMU 7 berada pada kondisi efisien (100% green) serta 4 DMU lain berada pada kondisi inefisien. Sub-variabel input yang paling berpengaruh terhadap kinerja efisiensi adalah biaya rantai pasok. Usulan perbaikan yang disarankan untuk memperbaiki nilai kinerja adalah meminimalkan penggunaan variabel input, memperbaiki perencanaan produksi, peramalan penjualan, dan inovasi strategi pemasaran untuk meningkatkan penjualan dan daya saing produk.

Penelitian yang dilakukan oleh Sabrina., Hadiana, & Daud, (2024) tentang penerapan metode data *Envelopment Analysis* untuk mengukur efisiensi relatif usaha sapi perah anggota koperasi. Studi ini mencoba menerapkan metode di atas pada peternakan sapi perah anggota sebuah koperasi, bertujuan untuk mendapatkan ukuran indeks efisiensi peternakan sampel yang diamati, selanjutnya menguji bagaimana keeratan hubungan antara indeks efisiensi teknis dengan parameter keberhasilan usaha lain yaitu skala usaha dan pendapatan berdasarkan ukuran *income over feed cost* (IOFC). Penelitian dilakukan dengan pendekatan survei, pada anggota koperasi sapi perah di Kecamatan Pangalengan. Sampel dipilih sebanyak 95 peternak secara acak berjenjang. Analisis data menggunakan software Stata 17. Hasil analisis menunjukkan indeks efisiensi relatif peternakan sapi perah menyebar dari terendah yaitu 0,2 sampai dengan 1 (fully efficient), secara keseluruhan sebaran indeks efisiensi mengikuti distribusi sebelah kurva normal. Peternak yang mencapai fully efficient (**E** = 1) sebanyak 13,7%. Hasil penelitian menunjukkan IOFC berkisar antara Rp527.821 – Rp260.462.313/tahun, dan skala kepemilikan sapi berkisar 1-15 ekor sapi induk. Variasi kedua parameter ini memiliki korelasi positif yang signifikan, peternak dengan skala usaha dan IOFC yang besar cenderung memiliki indeks efisiensi yang tinggi, dengan tingkat keeratan yang kuat dan lemah (r = 0,609 dan r = 0,356).

2.2 Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah jenis tanaman sayuran semusim, dikarenakan satu kali produksi selama penanamannya. Tanaman kentang juga mengandung karbohidrat, mengandung vitamin (A dan B-komplek), mineral, protein, karotenoid dan polifenol. Tanaman kentang berasal dari Amerika Selatan di daerah pegunungan Andes yang meliputi negara Bolivia, Peru dan Chilli. Umbi kentang sekarang telah menjadi akan pokok penting di Eropa walaupun pada awalnya didatangkan dari Amerika Selatan. Sedangkan di Indonesia kentang biasa diolah menjadi beberapa variasi masakan dan cemilan. Produktivitas Tanaman kentang dari penanaman hingga pemanenan memiliki umur sekitar 90 – 180 hari. Tanaman kentang adalah tanaman semusim. Tanaman kentang adalah tanaman menjalar dan berbentuk semak-semak. Tanaman juga memiliki umbi yang bisa dikonsumsi dan memiliki ukuran yang bervariasi (Maulana, 2021).

Bentuk batang kentang menjalar, memiliki warna hijau, kemerah-merahan dan keunguan tua. Tanaman kentang merupakan tanaman herba (tanaman pendek tak berkayu). Penampakan kentang dapat kita lihat pada gambar 1 dibawah ini, dalam taksonomi tumbuh-tumbuhan kentang dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Tubiflorae
Famili : Solanaceae
Spesies : *Solanum tuberosum* L.



Gambar 1. Kentang

Kentang dapat tumbuh di daerah tropis yang bersuhu lembab dan sejuk. Tidak heran kentang sangat cocok tumbuh di daerah-daerah kawasan Indonesia. Suhu ideal untuk tanaman kentang adalah 15 – 30^0C dan kentang dapat tumbuh dengan subur di daerah-daerah pegunungan dengan ketinggian 500 – 3000m dari permukaan laut. Curah hujan yang baik untuk tanaman kentang adalah berkisar 1.500 mm per tahun. Tanah yang memilki kelembaban sangat cocok untuk tanaman kentang.

Berkembangnya budidaya kentang, membuat tanaman kentang memiliki beberapa varietas yaitu: Varietas Thung, Cosima, Agria, Patrones, Desiree, Radosa,

Catella, Donata, Rapan dan Granola. Varietas-varietas tersebut memiliki beberapa keunggulan baik dari segi bentuk, ukuran, warna daging umbi, kadar gula, kadar air, adaptasi dengan lingkungan, ketahanan terhadap hama dan penyakit dan produktivitas yang dihasilkan. Berikut ini beberapa varietas kentang menurut Maulana (2021) pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Jenis Varietas Kentang

No	Jenis Varietas	Bentuk umbi	Kelebihan	Kekurangan
1	Segunung	Bulat, lonjong	Tahan terdahap penyakit busuk daun	Kurang cocok untuk daerah dataran rendah
2	Cosima	Bulat berpipih	Memiliki umbi yang besar	Peka terhadap hama dan penyakit
3	Catela	Bulat	Umur panennya pendek	Tidak tahan terhadap penyakit busuk daun
4	Granola	Lonjong	Produktivitasnya mencapai 30-35 ton per/ha	Tidak tahan terhadap penyakit busuk daun
5	Agraria	Bulat, lonjong	Tahan terhadap penyakit busuk daun dan serangan nematode.	Umur panennya cukup lama
6	Cipanas		Umur panen berkisar 90 – 105 hari lebih lama	Tahan terhadap penyakit busuk daun
7	Thung	Bulat, gepeng	Keseragaman umbi	Tidak tahan terhadap serangan hama dan penyakit

Sumber: Maulana (2021)

2.3 Efisiensi Teknis

Menurut Soekartawi (2002), konsep efisiensi terbagi menjadi efisiensi teknis, efisiensi harga, dan efisiensi ekonomis. Salah satu bentuk efisiensi yang perlu diperhatikan pada usahatani yaitu efisiensi teknis. Efisiensi Menurut Farrel (1957), efisiensi teknis yaitu kemampuan suatu unit usaha untuk mendapatkan output maksimum dari penggunaan input. Teknis berhubungan dengan kemampuan suatu perusahaan untuk berproduksi pada kurva isoquant. Efisiensi teknis dapat di capai ketika petani mampu produksi pada tingkat output maksimum dengan menggunakan input minimum untuk produksi pada tingkat output tertentu. Hal ini disebut sebagai pengukuran efisiensi berorientasi output dan pengukuran efisensi berorientasi input. Menurut Javed (2008), penggunaan salah satu pendekatan dapat dilakukan dengan menyesuaikan pada kemampuan petani dalam mengontrol input dan output tersebut. Namun secara umum, petani tidak memiliki control lebih besar terhadap penggunaan input. Efisiensi teknis merupakan kemampuan relatif dari usahatani untuk memperoleh output tertentu dengan menggunakan jumlah input tertentu pada tingkat teknologi tertentu. Menurut Shinta (2011), seorang petani dikatakan efisien secara teknis dibandingkan dengan petani lain, jika penggunaan jenis dan jumlah input yang sama diperoleh output secara fisik lebih tinggi. Tingkat efisiensi merupakan tolak ukur terhadap pengelolaan faktor-faktor produksi petani selama kegiatan usahatani berlangsung, apakah pengelolaan faktor-faktor tersebut memberikan

pengaruh positif atau negatif pada produksi. Menurut Coelli dkk., (2005), bahwa efisiensi teknis merupakan kemampuan dari usahatani untuk memperoleh output yang maksimal dari penggunaan jumlah input tertentu. Efisiensi teknis mengukur sejauh mana input dikonversikan menjadi output.

2.4 Teknis Usahatani

Ilmu usahatani adalah ilmu yang mempelajari bagaimana seseorang mengusahakan/mengembangkan/mengkoordinasikan faktor-faktor produksi berupa lahan dan alam sekitarnya sebagai modal sehingga memberikan manfaat sebaik-baiknya. Usahatani adalah kegiatan dalam bidang pertanian, mulai dari sarana produksi, budidaya, penanganan pascapanen, prngolahan, pemasaran hasil, dan jasa penunjang lainnya.

Soekartawi (2020) berpendapat, ilmu usahatani adalah ilmu yang mempelajari bagaimana seseorang mengalokasikan sumber daya yang ada secara efektif dan efesien untuk memperoleh keuntungan yang tinggi pada waktu tertentu. Dapat dikatakan efektif bila petani dapat mengalokasikan sumber daya yang mereka miliki sebaik-baiknya, dann dapat dikatakan efesien bila pemanfaatan sumber daya tersebut mengeluarkan *output* yang melebihi input.

Melati (2022) berpendapat, Ilmu usahatani adalah ilmu yang mempelajari bagaimana seseorang mengusahakan dan mengkoordinir faktor-faktor produksi berupa lahan dan alam sekitarnya sebagai modal sehingga memberikan manfaat sebaik-baiknya. Sehingga dapat kita ketahui bahwa ilmu usahatani adalah ilmu terapan yang membahas atau memepelajari bagaimana menggunakan sumber daya secara efektif dan efesien pada suatu usaha pertanian agar memperoleh hasil yang maksimal. Sumber daya itu bibit, pupuk kendang, pupuk NPK, pupuk TSP, pestisida cair dan tenaga kerja (Putri dkk, 2021) di bawah ini:

1. Bibit

   Bibit adalah benih atau bahan tanam yang sudah disemai dan memiliki bentuk tumbuhan kecil yang sudah berkecambah, siap untuk ditanam ke media tanam yang lebih besar. Bibit biasanya sudah memiliki akar, batang, dan daun, sehingga lebih mudah untuk dipindahkan dan ditanam.
2. Pupuk kendang

   Pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan ternak, baik padat seperti feses maupun cair seperti urine. Kotoran hewan ini, setelah difermentasi atau di kompos, dapat memberikan nutrisi penting bagi tanaman dan membantu memperbaiki struktur tanah.
3. Pupuk NPK

   Pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara makro penting bagi tanaman: nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Pupuk ini membantu tanaman tumbuh subur, memperkuat batang, mempercepat pembentukan bunga dan buah, serta meningkatkan kualitas hasil panen.

4. Pupuk TSP

   Pupuk TSP (*Triple Super Phosphate*) adalah pupuk anorganik yang mengandung fosfor (P) tinggi, dengan rumus kimia $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$. Pupuk ini juga dikenal sebagai calcium dihydrogen phosphate dan monocalcium phosphate. TSP sering digunakan dalam pertanian karena kandungan fosfornya yang tinggi dan mudah larut dalam air, sehingga cepat diserap tanaman.
5. Pestisida cair

   Pestisida cair adalah pestisida yang berbentuk cairan, baik yang langsung larut dalam air (seperti AS) maupun yang dapat membentuk emulsi atau suspensi ketika dicampur dengan air (seperti EC, ES, WSC, SC). Pestisida cair ini sering digunakan dengan cara disemprotkan.
6. Tenaga kerja

   Menurut pendapat Simanjuntak, tenaga kerja adalah penduduk yang berumur diatas 10 tahun atau lebih. Memang di setiap negara batasan umur tenaga kerja berbeda-beda. Contohnya di India, tenaga kerja adalah penduduk yang berumur antara 14 sampai 60 tahun. Selain golongan umur tersebut dianggap bukan tenaga kerja. Di Indonesia tidak ada batasan umur maksimal karena di Indonesia tidak ada jaminan sosial nasional. Memang ada sebagian penduduk yang menerima tunjangan di hari tua tapi jumlah hanya sedikit, yaitu pegawai negeri dan sebagian kecil pegawai swasta.

2.5 Fungsi Produksi

Fungsi produksi adalah memiliki sifat hubungan diantara faktor produksi (*input*) dan tingkat faktor produksi yang dihasilkan (*output*). Hubungan tersebut dapat kita liat dalam persamaan sebagai berikut:

$Q = f(K, LM, \ldots .....)$

Ket:

K : Jumlah stok modal

L : Jumlah tenaga kerja

R : Kekayaan alam

Q : Jumlah produksi yang dihasilkan

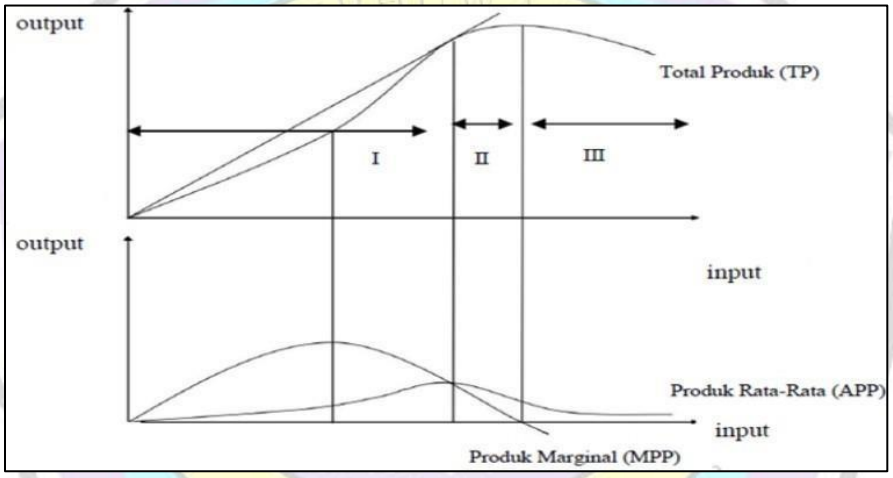
Fungsi produksi adalah suatu fungsi yang menunjukan hubungan antara input dengan output. Secara matematis dapat kita lihat sebagai berikut:

$Y = f(x_1, x_2, x_3, \ldots .....x_n)$

Menurut Soekartawi (2003), terdapat 3 tipe produksi (*input*) meliputi:

a. *Increasing return to scale* (IRS), merupakan kenaikan satu unit *input* dan mengakibatkan kenaikan pada suatu *output* dengan terjadi penambahan. Pada keadaan ini elastisitas produksi lebih besar (EP>1).
b. *Constant return to scale* (CRS), merupakan penambahan satu unit *input* dan mengakibatkan kenaikan *output* sesuai dengan proporsi yang sama. Pada keadaan ini elastisitas produksi sama dengan 1>EP>0.
c. *Decreasing return to scale* (DRS), apabila terjadi penambahan satuunit *input* dan menyebabkan kenaikan *output* semakin berkurang. Pada keadaan ini elastisitas produksi lebih kecil dari satu EP<1.

Hukum yang ada fungsi produksi apabila satu macam input ditambahkan penggunaannya dan input-input ditambahkan mula-mula menaik tetapi kemudian menurun adalah *The Law Of Diminishing Return.* Secara grafik penambahan faktor produksi yang digunakan dapat diketahui pada gambar berikut:



Gambar 2. Kurva Hubungan TPP, MPP dan APP

Tahap I total produksi mengalami pertambahan yang semakin cepat, sehingga bentuk kurva TPP cekung ke atas yang berarti bahwa salah satu *input* variabel lainnya dianggap tetap dan masih dapat ditambahkan secara optimal. Pada kejadian tersebut, MPP bertambah tinggi yang dapat kita lihat pada kurva MPP mengalami kenaikan. Selain itu kurva APP lebih rendah dari kurva MPP dan kurva APP mulai bergerak ke atas.

Pada tahap II produksi total mengalami keterlambatan dalam pertambahannya, keadaan ini dapat digambarkan oleh kurva MPP yang menurun dan kurva TPP yang mulai berbentuk cembung ke atas. Selaras dengan itu terjadi perpotongan antara kurva MPP dan APP.

Tahap III produksi total semakin lama semakin menurun setelah terjadi perpotongan antara kurva MPP dengan APP. Pada tahap ini kurva MPP memotong sumbu datar, sehingga keadaan tersebut menggambarkan bahwa MPP mencapai angka negatif, Kurva TPP mulai menurun yang berarti bahwa TPP semakin berkurang apabila *input* variabel ditambahkan.

Elastisitas produksi (Ep) menunjukan rasio perubahan *output* yang dihasilkan terhadap relatif jumlah *input* yang digunakan atau perbandingan persentase perubahan *output* dengan persentase perubahan *input*. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

Rumus:

$$Ep = \frac{\%\Delta y}{\%\Delta x} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \text{ x } \frac{x}{y} = mpp \text{ x } \frac{1}{APP} = \frac{mpp}{APP}$$

Ep = MPP/ APP = 1

Berdasarkan rumus tersebut, dapat kita ketahui bahwa, tahap I, MPP>APP dan Ep ≥ 1, maka daerah ini disebut daerah irrasional yang berarti jika *input* dinaikan 1% maka *output* akan naik lebih dari 1%, sehingga pada daerah ini keuntungan maksimum belum tercapai. Tahap II, MPP = APP dan 0 ≤ Ep ≤ 1, maka daerah ini disebut daerah rasional yang berarti penggunaan *input* daerah ini sudah optimal sehingga penggunaan *input* optimal dapat memperoleh output yang optimal dan keuntungan maksimum dicapai. Sedangkan tahap III, MPP < APP dan Ep < 0, maka daerah ini disebut daerah irrasional yang berarti penambahan *input* terus menerus akan menyebabkan penurunan *output*, sehingga keuntungan yang didapat juga menurun sehingga mengalami kerugian.

2.6 Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA)

Pandangan menurut para Ahli tentang DEA:

1. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978)
   Merupakan karya seminal yang memperkenalkan DEA sebagai alat untuk mengukur efisiensi relatif dari unit-unit pengambil keputusan dengan membandingkan input dan output yang berbeda.
2. William W. Cooper
   Sebagai salah satu tokoh utama dalam pengembangan DEA, Cooper telah banyak menyumbangkan pandangannya tentang aplikasi dan perluasan metode ini dalam berbagai konteks ekonomi dan manajerial.
3. Ali Emrouznejad
   Merupakan peneliti yang aktif dalam pengembangan aplikasi DEA di berbagai bidang, termasuk keuangan, industri, dan layanan publik.
4. Tim Coelli
   Fokus utamanya adalah aplikasi DEA dalam ekonomi pertanian dan agribisnis, dengan penekanan pada pengukuran produktivitas dan efisiensi.

Metode Data *Envelopment Analysis* (DEA) adalah suatu pendekatan evaluasi kerja dari suatu kegiatan usahatani yang menggunakan satu atau lebih *input* untuk menghasilkan satu atau lebih *output* (Arifin dkk., 2021). Sedangkan Lawata dkk., (2015) berpendapat bahwa metode *data Envelopment Analysis* (DEA) berfungsi untuk mengetahui tingkat efisiensi relatif dalam usahatani.

Menurut Aprilliani (2020), *data Envelopment Analysis* (DEA) adalah

sebuah metode nonparametrik yang menggunakan model program linier untuk menghitung perbandingan rasio *output* dan *input* untuk semua unit atau *Decision Making Unit* (DMU) yang dibandingkan. DEA pertama kali diperkenalkan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes pada tahun 1978. Metode ini tidak memerlukan sebuah persamaan dan hasil perhitungan bersifat relatif.

Perhitungan efisiensi secara sederhana adalah dengan menghitung rasio antara *output* dan *input*. Namun formula tidaklah memadai selaras dengan banyak input dan output yang berhubungan dengan sumber daya, aktifitas dan faktor lingkungan yang berbeda. Ukuran efisiensi relatif yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

Efisiensi = Jumlah tertimbang dari *output*
Jumlah tertimbang dari *input*

Secara rumus matematis, *data Envelopment Analysis* (DEA) diformulasikan sebagai berikut (Ascarya dan Yumanita, 2009):

$$= \frac{\Sigma_{k-1}^{p} \mu_k \gamma_{kj}}{\Sigma_{i=1}^{nt} X_{ij}}$$

Ket:
DMU = Unit Pengambilan Keputusan (UPK)
n = UPK yang akan dievalusi
m = input-input yang berbeda
p = output-output yang berbeda
xij = jumlah input 1 yang dikonsumsi oleh UPKj
ykj = jumlah output yang diproduksi oleh UPKj

2.7. Model-model DEA

Ada dua model data *Envelopment Analysis* (DEA) yang sering digunakan dalam DEA, yaitu model Charnes, Chooper dan Roodes (CCR) dan model Banker, Charnes dan Cooper (BCC), (Ascarya dan Yumanita., 2006; Akbar, 2009):

1. Model CCR

Model CCR dikembangkan oleh Charnes, Cooper dan Rhoodes (1978). Model ini mengansumsikan bahwa penambahan *input* sebesar n kali akan meningkatkan output sebesar n kali juga atau disebut juga dengan asumsi *constant return to scale* (CRS). Asumsi lain yang digunakan dalam model ini adalah skala yang optimal. Dengan demikian, efisiensi dengan model ini juga disebut dengan asumsi *overall*, yakni efesien secara teknis dan skala. Rumus dari CRS dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Max} \quad \sum_{k=1}^{P} \mu_k y_{k0}$$

$$\mu_k v_i$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} v_{ki} x_{i0} = 1$$

$$\sum_{k=1}^{P} \mu_k y_{kj} - \sum_{i=1}^{m} v_{ki} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \ldots, n$$

$$\mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon \qquad k = 1, \ldots, p$$

$$i = 1, .., m \qquad (3.3)$$

Maksimalisasi diatas merupakan efisiensi teknis (CCR), xij adalah banyaknya input tipe ke-i dari UPK ke-j dan ykj adalah jumlah output tipe ke-k dari UPK ke-j. nilai efisiensi selalu kurang atau sama dengan 1. UPK efisiensinya yang kurang dari 1 berarti *inifesiens*, sedangkan UPK yang nilainya sama dengan 1 berarti UPK tersebut efisien.

2. Model BCC

Metode ini dikembagkan oleh Banker, Charnes dan Cooper pada tahun 1984. Pada penelitian tersebut mereka menyatakan bahwa persaingan dan kendala-kendala keuangan dapat menyebabkan perusahaan untuk tidak beroperasi pada skala optimalnya. Untuk mengatasi permasalah tersebut, mereka menggunakan asumsi *variabel return to scale* (VRS). Berarti dengan adanya penambahan *input* sebesar n kali, maka tidak akan menyebabkan *output* sebesar n kali (bisa lebih kecil atau lebih besar). Kondisi dimana mendapatkan *output* yang lebih besar disebut dengan *Increasing Return To Scale* (IRS). Jika kondisi tersebut kurang dari n kali, maka disebut dengan kondisi *Decreasing Return To Scale* (DRS). Efisiensi yang dihitung dengan asumsi VRS inilah yang disebut sebagai efisiensi teknis murni (*Pure Technical Effeciency*). UPK yang efisiensi berdasarkan model ini sering disebut dengan efisien secara teknis. Berikut ini persamaan model *input-output* model BCC dapat diformulasikan pada rumus dibawah ini:

Maksimalisasi diatas merupakan nilai efisiensi teknis (BCC). Xij adalah banyaknya input tipe ke-I dari UPK ke-j dan ykj adalah jumlah *output* tipe ke-k dari UPK ke-j. Nilai dari efisiensi tersebut adalah selalu kurang atau sama dengan 1. UPK yang memiliki nilai efisiensi kurang dari 1 berarti *inefisiensi d*an UPK yang nilainya sama dengan 1 berarti efisien.

$$\text{Max} \quad \sum_{k=1}^{P} \mu_k y_{k0} - \mu_0$$

$$\mu_k v_i$$

$$\text{s.t.} \quad \mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon \; \mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon \qquad k = 1, \ldots, p$$

$$i = 1, .., m \qquad (3.4)$$

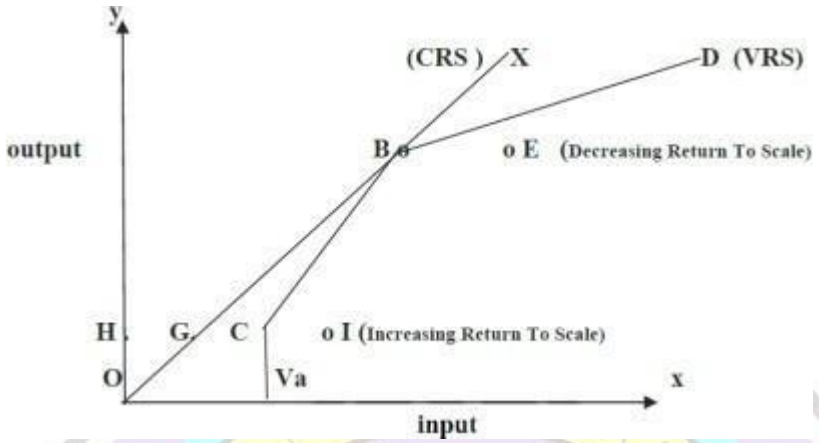
$$\sum_{k=1} \mu_k y_{kj} - \sum_{i=1}^{m} v_{ki} x_{ij} - \mu_0 \leq 0 \quad j = 1, \ldots, n$$

Selain dua model di atas, beberapa studi telah membuat dekomposisi skor *techinicall effeciency* (TE) dari CRS DEA menjadi 2 komponen, yaitu: komponen pertama mengacu pada skala efisiensi, sedangkan komponen lainnya mengacu pada " TE" murni. Hal ini dapat dilakukan dengan menghitung CRS

dan VRS terhadap suatu data yang sama. Jika terdapat selisih di antara kedua skor TE dan DMU, hal tersebut mengindikasikan bahwa UPK memiliki skala efisiensi. Nilai efisiensi skala dapat diketahui dari persamaan berikut:

SE (*Scale effeciency*)= TEcrs/Tevrs

Perbedaan antara CRS, VRS dan skala dapat digambarkan/deskripsikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Perbedaan antara CRS, VRS dan skala
Sumber: Hadi dkk (2015)

Garis tengah lurus adalah CRS, yakni menggambarkan kinerja perusahaan yang bekerja pada skala optimal. Sedangkan garis melengkung adalah garis VRS, yakni menjelaskan tentang efisiensi teknis perusahaan yang bekerja pada skala yang berbeda antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya. Titik E menunjukan perusahaan yang sudah efisien secara teknis , namun belum bekerja pada skala optimal. Untuk itu perusahaan pada titik D dan E harus meningkatkan skalanya hingga mencapai titik B, yakni efisien secara *overall.*

Meskipun metode DEA ini memiliki berbagai keunggulan, tetapi metode ini juga memiliki beberapa kekurangan dan keterbatasan. Berikut ini beberapa keunggulan metode *data Envelopment Analysis* (DEA) di bawah ini:

1. DEA dapat menangani pengukuran efisien secara relatif.
2. Dengan metode ini, tidak diperlukan mencari asumsi bentuk fungsi hubungan antara variabel *input-output* dari DMU sejenis yang akan di ukur.
3. DMU-DMU tersebut dibandingkan secara langsung dengan sesamanya.
4. DEA adalah teknik nonparameterik, maka uji hipotesis secara sistemik sulit dilakukan.
5. Menggunakan perumusan *linier programming* terpisah untuk tiap DMU, maka perhitungan secara manual membutuhkan waktu apalagi untuk masalah yang besar, namun halini sudah dapat diatasi dengan adanya *software.*
6. DEA hanya mengukur efisiensi relatif dari DMU dan tidak mengukur efisiensi absolut.

7. Faktor *input* dan *output* dapat memiliki satuan pengukuran yang berbeda.
8. Karena DEA merupakan sebuah *extreme point technique*, maka kesalahan-kesalahan pengukuran dapat mengakibatkan kesalahan yang signifikan.

Terkait dengan metode Data *Envelopment Analysis* (DEA), beberapa perkembangan terbaru dan pandangan para ahli mencakup berbagai aspek dan aplikasi baru. Berikut adalah beberapa kontribusi terbaru yang dapat menjadi perhatian:

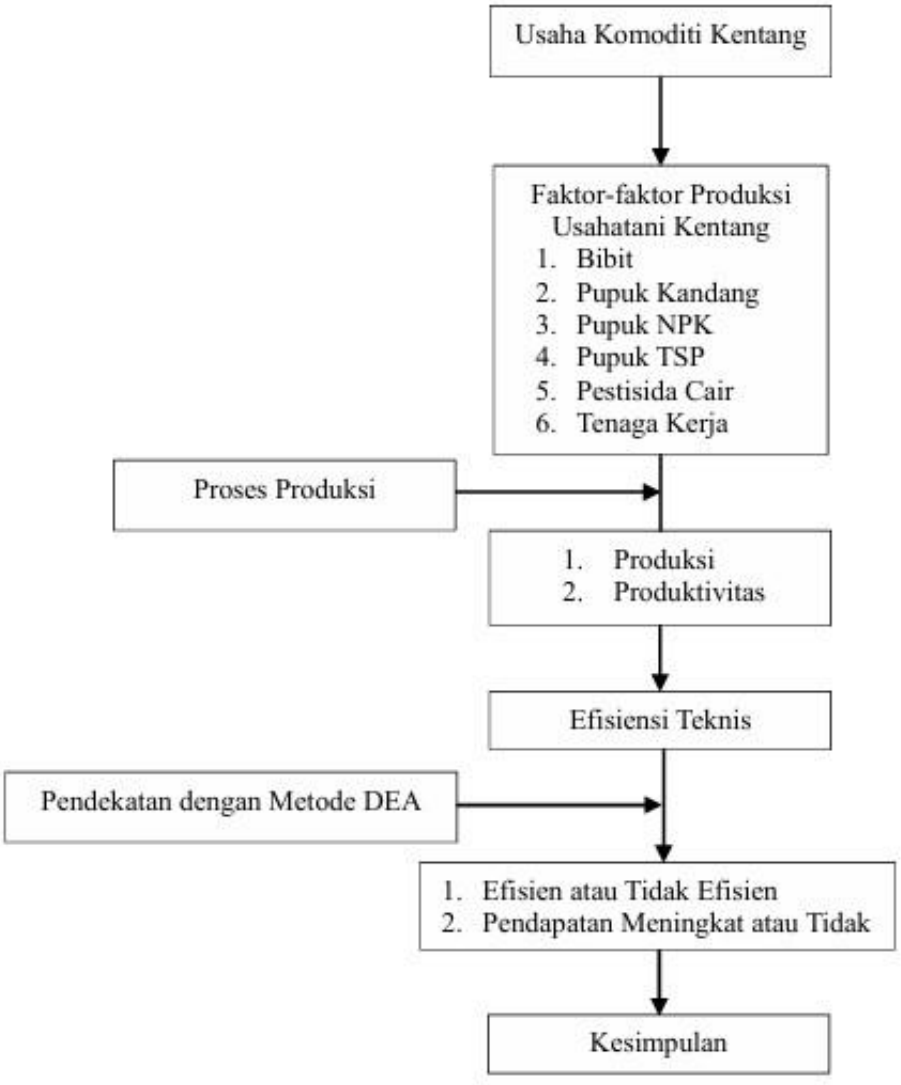
1. Metafrontier DEA
   Metafrontier DEA adalah pengembangan terbaru yang memungkinkan perbandingan efisiensi lintas negara atau lintas wilayah yang memiliki teknologi produksi yang berbeda. Metode ini memungkinkan untuk membandingkan efisiensi antar negara atau wilayah yang memiliki kondisi teknologi yang berbeda-beda.
2. DEA dengan Data Panel:
   Penggunaan DEA dalam analisis data panel telah berkembang pesat. Metode ini memungkinkan untuk mempertimbangkan variasi waktu dalam mengukur efisiensi entitas bisnis atau unit produksi, yang memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dari performa jangka panjang.
3. *Incorporation of Big Data and Machine Learning*
   Beberapa penelitian baru-baru ini telah mencoba mengintegrasikan konsep big data dan machine learning ke dalam DEA. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan analisis efisiensi dengan memanfaatkan volume data yang besar dan kemampuan komputasi yang tinggi.
4. DEA dalam Konteks *Sustainable Development*
   DEA juga mulai diterapkan dalam konteks pembangunan berkelanjutan, di mana tidak hanya efisiensi ekonomi yang dinilai, tetapi juga dampak lingkungan dan sosial dari kegiatan produksi atau operasional.
5. *Dynamic* DEA
   Pengembangan metode DEA dinamis memungkinkan untuk memodelkan perubahan efisiensi seiring waktu, yang sangat penting dalam analisis kinerja jangka panjang dan adaptasi strategi perusahaan.
6. DEA dalam Analisis Risiko dan Ketidakpastian:
   Beberapa penelitian terbaru juga mengeksplorasi penggunaan DEA dalam analisis risiko dan ketidakpastian, di mana model ini dapat membantu dalam mengidentifikasi tingkat risiko yang terkait dengan strategi bisnis atau operasional tertentu.

Pengembangan-pengembangan ini mencerminkan upaya untuk memperluas aplikasi DEA ke berbagai domain dan untuk meningkatkan relevansinya dalam mengatasi tantangan analisis kinerja dan pengambilan

keputusan di lingkungan yang semakin kompleks dan dinamis.

2.8. Kerangka Pikir

Usahatani merupakan kegiatan yang memproduksi produk di bidang pertanian yang terdapat biaya-biaya yang dikeluarkan dan memperoleh penerimaan atau pendapatan hasil penjualan produk pertanian tersebut. Menjalankan usahatani dibutuhkan beberapa faktor produksi yang harus dipenuhi. Kentang merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki potensi menguntungkan. Kentang juga salah satu produk pertanian unggulan masyarakat di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Untuk meningkatkan usahatani kentang yang diperlu diketahui adalah bagaimana pengaruh penggunaan faktor-faktor pada lahan agar lebih efektif dan efisien. Berikut kerangka pikir usaha tani kentang di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu



Gambar 4. Kerangka Pikir Penelitian

Ada beberapa hal yang perlu diketahui untuk menyusun kerangka pikir usaha tani kentang di Sumberbrantas yaitu:

A. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi usahatani komoditas kentang dengan menggunakan Data *Envelopment Analysis* (DEA). DEA adalah metode non-parametrik yang mengukur efisiensi relatif suatu unit produksi dalam hal ini usahatani kentang berdasarkan input dan output yang digunakan. Fokus penelitian meliputi efisiensi teknis, produktivitas, dan dampaknya terhadap pendapatan petani.

B. Faktor-Faktor Produksi (*Input*)

Berikut adalah input utama yang digunakan dalam usahatani kentang:

1) Bibit: Varietas dan kualitas bibit kentang yang digunakan.
2) Pupuk Kandang: Pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah.
3) Pupuk NPK: Pupuk anorganik yang mengandung Nitrogen, Fosfor, dan Kalium.
4) Pupuk TSP: Pupuk fosfat untuk pertumbuhan akar dan buah.
5) Pestisida Cair: Pengendalian hama dan penyakit tanaman.
6) Tenaga Kerja: Jumlah dan kualitas sumber daya manusia yang terlibat.

C. Proses Produksi

Proses produksi kentang dinilai berdasarkan:

1) Produksi: Total output kentang yang dihasilkan.
2) Produktivitas: Rasio output terhadap input (misalnya, hasil panen per hektar).
3) Efisiensi Teknis: Seberapa optimal input digunakan untuk menghasilkan output maksimal.

D. Pendekatan dengan Metode DEA

DEA digunakan untuk mengevaluasi:

1) Efisiensi atau Tidak Efisien
2) Petani/usahatani dikategorikan sebagai efisien jika mampu memaksimalkan output dengan input minimal. Jika tidak, usahatani tersebut dianggap tidak efisien dan perlu perbaikan.
3) Pengaruh terhadap Pendapatan
4) Efisiensi produksi diharapkan berkorelasi dengan peningkatan pendapatan petani. Analisis DEA dapat mengidentifikasi apakah peningkatan efisiensi berdampak positif pada pendapatan.

E. Kesimpulan

Penelitian ini memberikan gambaran tentang tingkat efisiensi usahatani kentang di lokasi studi. Faktor dominan yang memengaruhi efisiensi (misalnya, penggunaan pupuk atau tenaga kerja). Rekomendasi kebijakan, seperti pelatihan teknis atau optimalisasi input, untuk meningkatkan efisiensi dan pendapatan petani.

2.9. Hipotesis

Menggunakan metode Data *Envelopment Analisys* (DEA) dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam usahatani kentang.