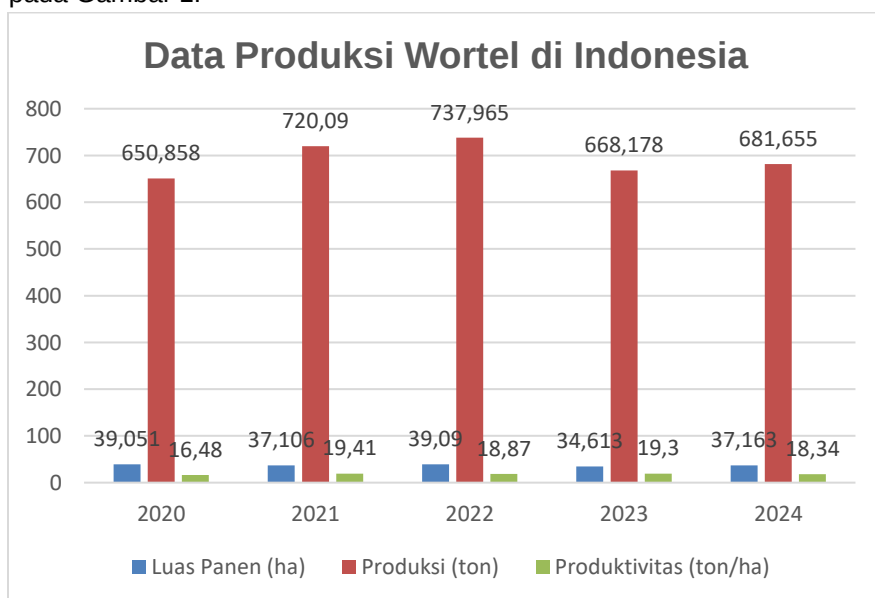


I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian hortikultura memiliki peran strategis dalam mendukung perekonomian nasional serta menjadi sumber penghidupan utama bagi sebagian besar petani di Indonesia (Afliqoh et al., 2024; Sapriyadi et al., 2025). Komoditas hortikultura meliputi buah-buahan, sayuran, dan tanaman hias yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan permintaan pasar, baik di tingkat domestik maupun global (Aziza et al., 2022; Wongkar et al., 2023). (Kaloeti & Dewi, 2020). Selain itu, hortikultura memiliki potensi besar untuk dikembangkan melalui penerapan teknologi budidaya modern serta sistem agribisnis yang berorientasi ekspor, sehingga mampu meningkatkan daya saing produk pertanian Indonesia di pasar internasional (Ariningsih et al., 2021; Harahap, 2025). Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peranan penting adalah wortel, yang termasuk sayuran umbi dengan nilai gizi tinggi serta prospek agribisnis yang menjanjikan (Silvia, 2025).

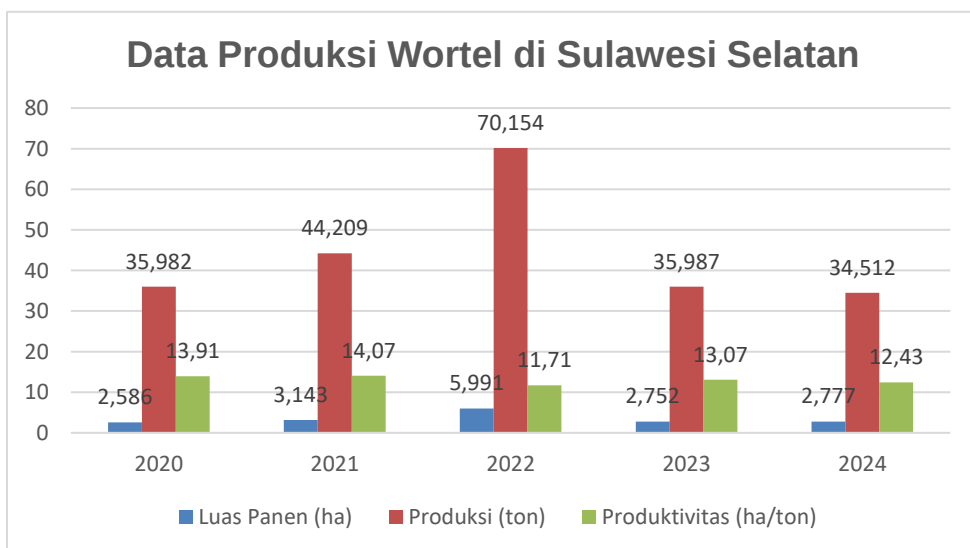
Salah satu komoditas sayuran yang memiliki prospek pengembangan cukup menjanjikan adalah wortel (*Daucus carota* L.) (Laia, 2023). Komoditas ini dikenal sebagai sumber pangan bergizi karena mengandung vitamin A, beta karoten, serat, dan antioksidan yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh, khususnya kesehatan mata (Falahudin et al., 2024). Selain manfaat kesehatannya, wortel juga memiliki nilai ekonomi yang relatif tinggi dan permintaan pasar yang cenderung stabil, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun sebagai bahan baku industri pengolahan pangan. Kondisi tersebut menjadikan usahatani wortel sebagai salah satu alternatif sumber pendapatan yang potensial bagi petani (Wongkar et al., 2023). Perkembangan produksi wortel di Indonesia dapat dilihat melalui data Badan Pusat Statistik (BPS) yang menunjukkan adanya fluktuasi produksi selama periode 2020–2024, sebagaimana tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Produksi Wortel di Indonesia

Berdasarkan gambar 1 data produksi wortel di Indonesia tahun 2020–2024, terlihat bahwa luas panen, produksi, dan produktivitas cenderung berfluktuasi dari tahun ke tahun. Luas panen berada pada kisaran sekitar 34–39 ribu hektar, dengan produksi berkisar antara ± 650 –738 ribu ton. Produksi tertinggi tercatat pada tahun 2022, sejalan dengan luas panen yang relatif besar, sedangkan pada tahun-tahun lain terjadi penurunan meskipun tidak terlalu drastis. Produktivitas nasional relatif stabil pada kisaran 16–19 ton/ha. Kondisi ini diakibatkan karena beberapa faktor, seperti berkurangnya lahan pertanian yang beralih fungsi, sistem budidaya kurang tepat, pemupukan yang tidak berimbang, sehingga kurangnya pemanfaatan unsur hara pada tanaman wortel (Falahudin et al.,2024).

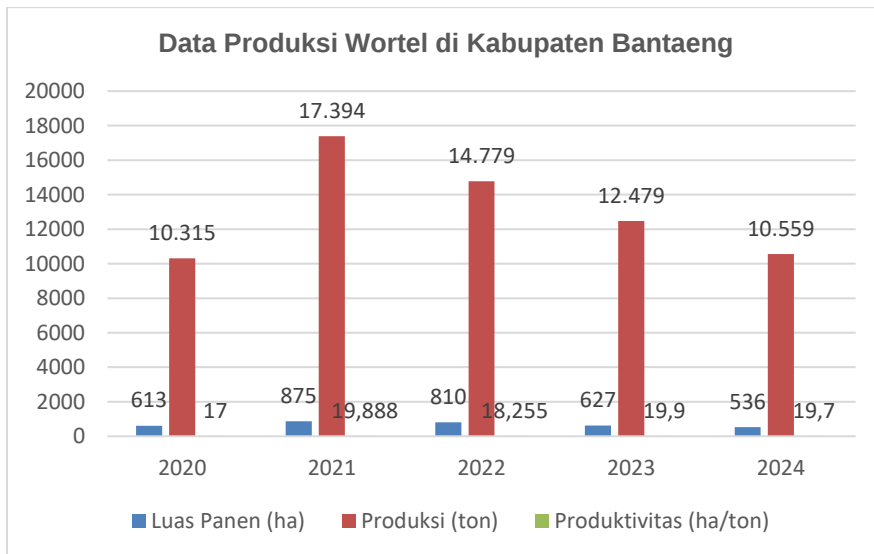
Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah penghasil wortel di Indonesia. Wortel menjadi salah satu tanaman sayuran yang penting dengan produktivitas wortel sebesar 13,92 ton/ha (BPS 2020). Jumlah produksi wortel di Provinsi Sulawesi Selatan dan Kabupaten Bantaeng dapat dilihat pada Gambar 2 .



Sumber: Badan Pusat Statistik 2025

Gambar 2. Produksi wortel di Provinsi Sulawesi Selatan 2020-2024

Pada Gambar 2 data produksi wortel di Sulawesi Selatan tahun 2020–2024 menunjukkan pola fluktuasi yang cukup nyata pada luas panen, produksi, dan produktivitas. Luas panen berkisar antara sekitar 2.500–3.100 hektar, dengan produksi berada pada kisaran ± 36 –44 ribu ton. Produksi tertinggi terjadi pada tahun 2022, seiring dengan meningkatnya luas panen dan produktivitas. Produktivitas di Sulawesi Selatan tergolong cukup baik, berada pada kisaran 12–15 ton/ha, meskipun mengalami penurunan pada beberapa tahun terakhir. Hal ini mengindikasikan bahwa selain faktor luas panen, keberhasilan produksi wortel di Sulawesi Selatan juga sangat dipengaruhi oleh kondisi agroklimat, pengelolaan lahan, dan penerapan teknologi budidaya oleh petani.



Sumber: Badan Pusat Statistik 2025

Gambar 3. Produksi Produksi Wortel di Kabupaten Bantaeng 2020-2024.

Berdasarkan gambar 3, Produksi wortel di Kabupaten Bantaeng pada periode 2020–2024 menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh perubahan luas panen dan produktivitas. Luas panen cenderung meningkat pada tahun 2021, kemudian mengalami penurunan hingga tahun 2024, yang berdampak pada menurunnya produksi dari 17.394 ton pada tahun 2021 menjadi 10.559 ton pada tahun 2024. Meskipun demikian, produktivitas relatif stabil dan bahkan meningkat pada beberapa tahun, berada pada kisaran 16,83–19,90 ton/ha. Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan produksi lebih disebabkan oleh berkurangnya luas panen, sementara kemampuan petani dalam mengelola budidaya wortel masih tergolong baik.

Peningkatan efisiensi usahatani diperlukan upaya dalam mencari dan mengembangkan inovasi teknologi budidaya agar produksi lebih meningkat (Sudarwati & Nasution, 2024). Input yang dimaksud meliputi pemilihan benih unggul, penggunaan pupuk organik dan anorganik (urea, NPK), pestisida, luas lahan, serta tenaga kerja. Efisiensi penggunaan input sangat menentukan produktivitas dan kualitas wortel yang akan dihasilkan. Selain itu, keberlanjutan usahatani wortel juga sangat bergantung pada kemampuan petani dalam mengalokasikan input secara tepat dan efisien. Maka dari uraian di atas, penulis menganggap penting untuk menganalisis pengaruh alokasi penggunaan input terhadap produksi wortel dengan mengangkat judul **“Aplikasi Stochastic Frontier Model dalam Menganalisis Pengaruh Penggunaan Input Terhadap Produksi Wortel di Kecamatan Uluere Kabupaten Bantaeng**. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai seberapa efisien petani dalam memanfaatkan faktor-faktor produksi yang tersedia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, produksi wortel di Kabupaten Bantaeng, khususnya di Kecamatan Uluere, menunjukkan kecenderungan fluktuatif dari tahun ke tahun. Kondisi ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam sistem produksi usahatani wortel yang diduga berkaitan dengan penggunaan input produksi yang belum optimal. Faktor-faktor seperti benih, pupuk, pestisida, tenaga kerja, luas lahan, serta karakteristik petani berperan penting dalam menentukan tingkat produktivitas dan efisiensi usahatani.. Berdasarkan hal tersebut, maka masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah faktor input apa saja yang mempengaruhi produksi wortel dan bagaimana tingkat efisiensi penggunaan faktor input produksi pada usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng.

1.3 Research Gap

Beberapa penelitian telah mengungkapkan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi wortel, salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Nasyah, 2024) yang berjudul “Analisis Pengaruh Penggunaan Input terhadap Produksi Wortel di Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah **Ordinal Logistic Regression**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan input terhadap produksi wortel, khususnya variabel luas lahan, benih, pupuk urea, pupuk NPK, herbisida, dan tenaga kerja pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara serentak semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap produksi wortel, sedangkan secara parsial terdapat enam variabel yang berpengaruh signifikan yaitu luas lahan, benih, pupuk urea, pupuk NPK, herbisida, dan tenaga kerja pemeliharaan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahmawaty et al., 2023) membahas faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan faktor produksi yang efisien pada usahatani wortel di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar dengan fungsi *stochastic frontier Cobb-Douglas* menunjukkan bahwa luas lahan, tenaga kerja, pupuk organik, benih, obat-obatan atau pestisida, umur petani, pengalaman usahatani, pendidikan memiliki pengaruh terhadap pengelolaan faktor produksi yang efisien. Sedangkan, variabel pupuk anorganik, benih, akses kredit, dan harga output tidak memiliki pengaruh terhadap pengelolaan faktor produksi yang efisien.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Asni, 2023) yang berjudul “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Usahatani Wortel di Kelompok Tani Guyup Rukun Sentosa Desa Sumbergondo Kecamatan Bumiaji”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi produksi *Cobb-Douglas*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor produksi yang mempengaruhi hasil usahatani wortel, khususnya luas lahan, benih, kompos organik, tenaga kerja, dan modal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan input produksi seperti pupuk, tenaga kerja, dan modal berpengaruh nyata terhadap produksi wortel, sedangkan variabel lain seperti luas lahan dan benih tidak memberikan pengaruh signifikan. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya efisiensi penggunaan input tertentu dalam meningkatkan produktivitas usahatani wortel.

Adapun perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, lokasi penelitian: penelitian ini difokuskan di

Kecamatan Uluere Kabupaten Bantaeng, yang dikenal sebagai salah satu sentra produksi wortel di Sulawesi Selatan, namun belum banyak dikaji dalam penelitian akademik. Kedua, metode analisis: penelitian ini menggunakan *Stochastic Frontier Model* (SFM), yang dapat memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai tingkat efisiensi teknis dan faktor-faktor yang menyebabkan inefisiensi dalam usahatani wortel. Ketiga, penelitian ini juga akan menekankan pada alokasi input produksi (benih, pupuk, pestisida, luas lahan, tenaga kerja, dan modal) serta bagaimana input tersebut memengaruhi produktivitas dan efisiensi usahatani wortel di Kecamatan Uluere.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan input terhadap produksi wortel menggunakan aplikasi *Stochastic Frontier Model* di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat:

1. Sebagai bahan bagi petani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng untuk mengoptimalkan penggunaan input produksi, sehingga dapat dijadikan landasan dalam meningkatkan produktivitas dan pengembangan usahatani wortel.
2. Sebagai bahan informasi maupun referensi yang dapat digunakan bagi para pembaca, baik akademisi maupun masyarakat umum, terhadap penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengaruh penggunaan input terhadap produksi wortel.
3. Sebagai sarana dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, sekaligus menambah wawasan, pengetahuan.

1.5 Literatur Review

1) Pengaruh Luas Lahan

Luas lahan merupakan salah satu faktor produksi yang paling menentukan dalam usahatani. Semakin luas lahan yang dikelola, semakin besar pula peluang petani untuk meningkatkan hasil produksi dan pendapatannya. Lahan yang luas memungkinkan penggunaan input seperti tenaga kerja, pupuk, dan pestisida secara lebih efisien karena dapat diatur dengan skala yang lebih besar (Hasanah et al., 2021). Penelitian (Sudiro & Putra, 2021) menunjukkan adanya hubungan positif antara luas lahan dengan pendapatan usahatani, sehingga semakin besar luas lahan, semakin tinggi pula keuntungan yang diperoleh. Menurut (Fitria, 2023) di Kabupaten Rejang Lebong juga menegaskan bahwa luas lahan, bersama dengan faktor lain seperti pendidikan dan jumlah tanggungan keluarga, berpengaruh nyata terhadap pendapatan petani wortel.

2) Pengaruh Benih

Benih merupakan titik awal keberhasilan budidaya. Kualitas benih akan menentukan daya tumbuh, ketahanan terhadap penyakit, dan hasil panen. Menurut Selvia (2022), penggunaan benih unggul sangat penting untuk meningkatkan produktivitas. Akan tetapi, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang berbeda. Menurut (Rachmawati & Gunawan, 2020) menemukan bahwa benih tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi wortel. Sebaliknya, penelitian Waty et al. (2021) membuktikan bahwa benih berpengaruh positif dan signifikan, dengan peningkatan benih sebesar 10% mampu

meningkatkan produksi hingga 3,2%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas dan jumlah benih yang digunakan menjadi faktor penting, meski efeknya bisa berbeda tergantung pada kondisi lingkungan dan praktik budidaya yang dilakukan.

3) Pengaruh Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik seperti Urea dan NPK banyak digunakan oleh petani karena mampu meningkatkan hasil dalam waktu relatif cepat (Dewi & Afrida, 2022). Namun, penggunaan berlebihan dapat menurunkan kesuburan tanah dalam jangka panjang (Gulo et al., 2024). Hasil penelitian (Rachmawati & Gunawan, 2020) menunjukkan bahwa pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap produksi wortel, sedangkan Waty et al. (2021) menemukan sebaliknya. Bahkan, mereka mencatat bahwa penambahan pupuk anorganik sebesar 10% dapat meningkatkan produksi wortel hingga 7,4%. Hal ini menandakan bahwa efektivitas pupuk anorganik sangat dipengaruhi oleh dosis, jenis tanah, dan kondisi agroekologi setempat.

4) Pengaruh Pupuk Organik

Selain pupuk anorganik, pupuk organik juga memegang peran penting dalam keberlanjutan usahatani. Pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, serta lebih ramah lingkungan (Nurkhasanah et al., 2021). Penelitian (Harjo et al., 2021) menemukan bahwa pupuk organik cair berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil wortel. Dosis optimal berada pada kisaran 180–225 ml per tanaman. Menariknya, dosis yang lebih tinggi memang mempercepat pertumbuhan vegetatif tetapi tidak selalu berbanding lurus dengan kualitas umbi yang dihasilkan. Dengan demikian, pupuk organik tidak hanya meningkatkan hasil, tetapi juga menjaga kesuburan tanah untuk jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik yang tepat dapat menjadi strategi penting dalam meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga keberlanjutan sistem produksi wortel.

5) Pengaruh Pestisida

Hama dan penyakit merupakan kendala serius dalam budidaya wortel. Untuk mengatasinya, petani umumnya menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida terbukti berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi. (Firdausya et al., 2016) menunjukkan bahwa pestisida secara signifikan mampu mengurangi serangan hama dan meningkatkan hasil panen. Bahkan, (Rachmawati & Gunawan, 2020) mencatat bahwa penambahan penggunaan pestisida sebesar 1% dapat meningkatkan produksi hingga 2,549%. Hal ini menunjukkan bahwa pestisida berperan langsung dalam melindungi tanaman, sehingga produktivitas dapat lebih terjamin.

6) Pengaruh Tenaga Kerja

Tenaga kerja, baik dari keluarga maupun luar, sangat memengaruhi kelancaran kegiatan usahatani. Mulai dari persiapan pengangkutan hasil panen, pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan hingga panen membutuhkan tenaga kerja yang cukup. Nadeak (2021), menegaskan bahwa semakin besar tenaga kerja yang digunakan, semakin lancar pula aktivitas produksi. Penelitian (Rachmawati & Gunawan, 2020) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa peningkatan tenaga kerja sebesar

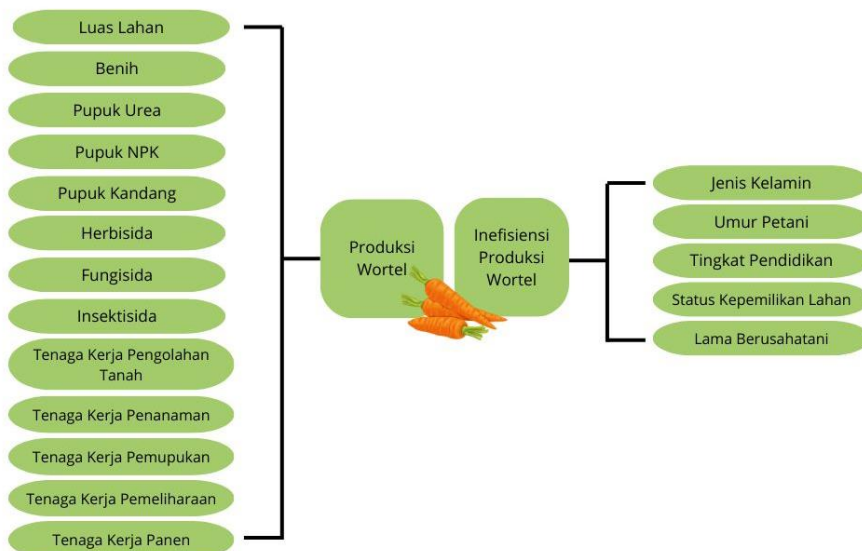
1% dapat menaikkan produksi hingga 5,766%. Hasil serupa ditemukan oleh Waty et al. (2021), yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara ketersediaan tenaga kerja dengan hasil panen wortel.

7) Pengaruh Karakteristik Petani

Karakteristik individu petani seperti umur, tingkat pendidikan, pengalaman, dan lama berusahatani juga berperan dalam efisiensi usahatani. Menurut (Rachmawati & Gunawan, 2020), petani yang memiliki umur lebih muda cenderung lebih efisien karena mudah beradaptasi dengan teknologi baru. Pengalaman panjang membuat petani lebih terampil dalam mengatasi masalah budidaya. Pendidikan yang lebih tinggi memungkinkan petani memahami teknologi modern dan manajemen usahatani dengan lebih baik (Sumartan et al., 2024).

1.6 Kerangka Pemikiran

Kecamatan Uluere merupakan salah satu daerah di Kabupaten Bantaeng yang juga adalah salah satu produsen wortel di Sulawesi Selatan. Sebagai daerah yang berpotensi, petani diharapkan memiliki pengetahuan dan kemampuan dalam mengelola input yang ada untuk meningkatkan produktivitas agar mendapatkan hasil produksi yang tinggi. Hal ini dapat terjadi apabila petani dapat melakukan proses produksi dengan menggunakan faktor-faktor produksi secara maksimal. Adapun faktor yang mempengaruhi produksi adalah luas lahan, bibit, pupuk kandang, pupuk urea, pupuk NPK, herbisida, insektisida, fungisida, tenaga kerja pengolahan lahan, tenaga kerja penanaman, tenaga kerja pemeliharaan, dan tenaga kerja panen. Untuk mengetahui penggunaan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng, diperlukan suatu analisis. Berdasarkan hasil analisis diharapkan memberikan informasi dan rekomendasi bagi para petani wortel, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

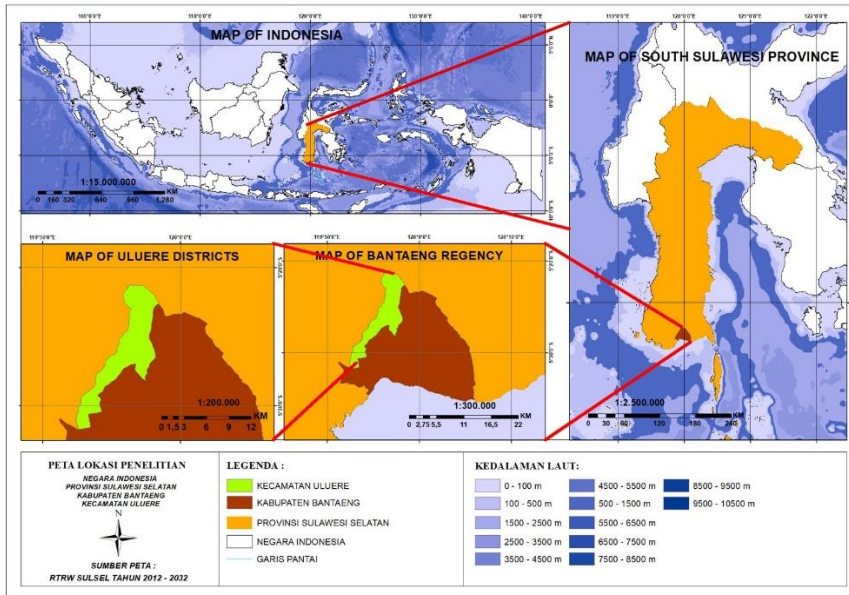


Gambar 4. Kerangka Pemikiran

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Lokasi ini dipilih di pilih secara *purposive* (Kesengajaan) dengan mempertimbangkan bahwa kecamatan Uluere merupakan salah satu penghasil komoditas wortel di Kabupaten Bantaeng. Adapun, pengumpulan data di laksanakan Oktober – November 2025.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

2.2 Jenis Data dan Sumber Primer

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan informasi berbentuk angka yang diperoleh melalui hasil kuesioner, mencakup variabel-variabel input produksi serta faktor-faktor pendukung yang berhubungan dengan tingkat efisiensi petani dalam penggunaan input pada usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Data Primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari lapangan sebagai sumber utama. Data ini merujuk pada informasi yang dikumpulkan peneliti terkait variabel penelitian untuk tujuan khusus studi. Data primer bersumber dari responden individu, diskusi kelompok, maupun panel yang telah ditentukan oleh peneliti, di mana pendapat mereka relevan dengan permasalahan penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui survei penyebaran kuesioner di lokasi penelitian (Nashrullah, 2023).

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang ditempuh untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian, kemudian dilanjutkan dengan penentuan sampel. Sampel merupakan bagian dari populasi yang memiliki karakteristik tertentu dan

dianggap dapat mewakili keseluruhan populasi. Dalam penelitian ini, populasi yang dimaksud adalah seluruh petani wortel yang berada di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *simple random sampling*, yaitu pemilihan sampel dari anggota populasi secara acak tanpa memperhatikan tingkatan atau kedudukan anggota dalam populasi dengan melakukan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner..

Responden dalam penelitian ini ditentukan menggunakan metode *simple random sampling* dari populasi petani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng yang jumlah pastinya tidak diketahui. Apabila jumlah populasi tidak dapat ditentukan secara jelas, maka penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan rumus Slovin. Hasil perhitungan dengan rumus tersebut digunakan untuk menentukan jumlah sampel yang disajikan pada Persamaan 1.

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

$$n = \frac{668}{1 + 668(0,55)^2}$$

$$n = \frac{668}{1 + 668(0,003025)}$$

$$n = \frac{668}{1 + 3,0217}$$

$$n = 221 = 230 \text{ Sampel}$$

Keterangan:

N = Jumlah populasi

n = Jumlah sampel

e = Error estimasi (tingkat kesalahan yang ditoleransi) (5,5%)

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Slovin dengan jumlah populasi 668 petani dan tingkat kesalahan 5,5%, diperoleh jumlah sampel sebesar 221,1 responden yang kemudian dibulatkan menjadi 230 responden untuk meningkatkan keterwakilan dan ketelitian hasil analisis. Pembulatan ini dilakukan agar data yang dianalisis lebih mencukupi serta mampu memberikan estimasi yang lebih akurat. Dengan demikian, penggunaan 230 responden dinilai telah memenuhi kriteria kecukupan sampel dan mampu merepresentasikan kondisi populasi petani wortel di Kabupaten Bantaeng.

2.4 Metode Analisis

Berdasarkan data yang diperoleh, penelitian ini akan menggunakan pendekatan analisis kuantitatif, yaitu dengan mengolah data dalam bentuk angka. Analisis kuantitatif dipilih untuk mengkaji usahatani wortel, di mana tujuan utamanya adalah mengetahui jenis input yang berpengaruh terhadap produksi wortel, serta menilai tingkat efisiensi dan inefisiensi pada usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Data numerik yang terkumpul selanjutnya akan diolah dan dianalisis lebih mendalam. Adapun metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stochastic frontier*. Metode ini dipilih karena mampu mengestimasi hubungan antara input dan output sekaligus mengukur tingkat efisiensi teknis usahatani secara lebih komprehensif. Dibandingkan dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS), SFM memiliki keunggulan dalam memisahkan pengaruh kesalahan acak yang berasal dari faktor eksternal seperti kondisi cuaca, serangan hama, dan fluktuasi lingkungan, dengan unsur inefisiensi teknis yang

disebabkan oleh perbedaan kemampuan pengelolaan usahatani oleh petani. Dengan demikian, penggunaan SFM dinilai lebih sesuai untuk menganalisis usahatani wortel yang memiliki tingkat ketidakpastian produksi yang relatif tinggi.

2.4.1 Model Umum Stochastic Frontier

Analisis *Stochastic Frontier* merupakan metode yang digunakan untuk mengestimasi Batasan dalam suatu produksi dengan menggunakan data yang telah tersedia melalui suatu bentuk fungsi-fungsi tertentu. Dalam penelitian produksi wortel menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* dengan model MLE, bentuk fungsional *Cobb-Douglas* dari fungsi produksi secara umum digunakan untuk mempresentasikan antara input ke output. Menurut (Putri et al., 2022) fungsi produksi *Cobb-Douglas* merupakan persamaan yang melibatkan dua atau lebih variabel, di mana variabel terikat dilambangkan dengan Y, sedangkan variabel bebas dinyatakan sebagai X. Fungsi ini dipilih karena dapat menggambarkan pengaruh penggunaan faktor-faktor produksi terhadap tingkat produksi. Dengan demikian, prinsip yang berlaku pada garis regresi juga berlaku dalam penerapan fungsi *Cobb-Douglas* sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5} X_6^{\beta_6} X_7^{\beta_7} X_8^{\beta_8} X_9^{\beta_9} X_{10}^{\beta_{10}} X_{11}^{\beta_{11}} e^{v_i - u_i} \dots \dots \dots (2)$$

Untuk mengestimasi fungsi produksi dalam model Cobb-Douglas, seluruh variabel input dan output diubah menjadi bentuk lagoritma. Persamaan diatas diubah ke dalam bentuk lagoritma natural agar terhindar dari heteroskedastisitas yang hanya dapat dilakukan jika semua data bernilai positif. Adapun model lagoritma natural ialah pada Persamaan ke 3.

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \dots + \beta_i \ln x_i + \dots + \beta_n \ln x_n + v_i - u_i \dots \dots \dots (3)$$

Pada persamaan di atas, β_0 merupakan konstanta, sedangkan β_1 adalah koefisien parameter. Semakin tinggi penggunaan faktor-faktor produksi maka produksinya juga akan meningkat, hal ini ditandai dengan nilai koefisien yang bertanda positif (Syarifa, 2021).

2.4.2 Spesifikasi Model Penelitian

Dalam penelitian ini, akan diuji tiga belas (13) variabel independent yang diduga mempengaruhi jumlah produktivitas Wortel di Kecamatan Uluere luas lahan, benih, pupuk kandang, pupuk urea, Pupuk NPK, herbisida, insektisida, fungisida, tenaga kerja pengolahan tanah, tenaga kerja penanaman, tenaga kerja pemupukan, tenaga kerja pemeliharaan dan tenaga kerja panen. Sementara Variabel Produktivitas wortelkubs sebagai variabel dependennya. Berdasarkan persamaan 2 dan 3, maka dibuat spesifikasi persamaan model model persamaan penduga Fungsi Produktivitas *Stochastic Frontier Cobb-Douglas* yang akan digunakan seperti tertera di Persamaan 4.

$$\begin{aligned} \ln PP = & \beta_0 + \beta_1 \ln LULA + \beta_2 \ln BN + \beta_3 \ln PK + \beta_4 \ln PU + \beta_5 \ln PN + \beta_6 \ln HE + \beta_7 \ln IN \\ & + \beta_8 \ln FU + \beta_9 \ln TKPT + \beta_{10} \ln TKPN + \beta_{11} \ln TKPK + \beta_{12} \ln TKPH + \beta_{13} \ln TKPH \\ & v_i - u_i \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

Keterangan:

β_0	=	Intersep	PN	=	Pupuk NPK (kg)
$\beta_1-\beta_{14}$	=	Koefisien parameter dugaan variable/ factor produksi	HE	=	Herbisida (L)
$v_i - u_i$	=	Error (Efek inefisiensi dalam model)	IN	=	Insektisida (L)
v_i	=	Kesalahan acak model	FU	=	Fungisida (L)
u_i	=	Variabel acak yang diasumsikan sebagai efek ainfisnesi teknis dari sampel ke-i	TKPT	=	Tenaga Kerja Pengolahan Tanah (HOK)
PW	=	Produksi Wortel (kg/Ha)	TKPN	=	Tenaga Kerja Penanaman (HOK)
LULA	=	Luasa Lahan (Ha)	TKPK	=	Tenaga Kerja Pemupukan (HOK)
BN	=	Benih (gram/Ha)	TKPL	=	Tenaga Kerja Pemeliharaan (HOK)
PK	=	Pupuk Kandang (Kg)	TKPA	=	Tenaga Kerja Panen (HOK)
PU	=	Pupuk Urea (kg)			

2.4.3 Analisis Efisiensi Teknis

Efisisnesi teknis merupakan perbandingan anatar hasil produksi aktual usahatani dengan besaran produksi potensial atau maksimal yang dapat dihasilkan (Laili & Fauziyah, 2022). Pengukuran efisisnesi teknis dilihat pada persamaan 5.

$$TE_i = \frac{y_i}{y^*i} = x = \frac{\exp(xi\beta + v_i - u_i)}{\exp(xi\beta = v_i)} = \exp(-u_i) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

TE_i = Efisiensi teknis responden ke-i

y_i = Produksi aktual dari pengamatan

y^*i = Dugaan produksi potensial dari fungsi *stochastic frointer*

Kemudian, untuk menentukan nilai parameter distribusi (Ui) efek inefisiensi teknis dalam penelitian ini menggunakan rumus seperti tertera pada persamaan 6.

$$u_i = \delta_0 + \delta_1JK + \delta_3TP + \delta_4SKL + \delta_5PB + \delta_i \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

U_i = Efek inefisiensi teknis

δ_0 = Konstanta

δ_i = Koefisien parameter yang ditaksir (i:1-5)

JK =Jenis kelamin (P/L)

U = Umur

TP = Tingkat Pendidikan

SKL = Status Kepemilikan Lahan

LB = Lama Berusahatani

2.4.4 Analisis Efisiensi Alokatif

Efisiensi alokatif atau efisiensi harga menerangkan hubungan antara biaya dan output. Efisiensi harga tercapai jika suatu perusahaan mampu memaksimalkan keuntungan dengan menyamakan Nilai Produksi Marjinal (NPM) setiap faktor produksi dengan harganya (Kananlue et al., 2024). Analisis Efisiensi alokatif penggunaan faktor input produksi pada usahatani wortel di lokasi penelitian dapat diketahui dengan menghitung rasio NPM suatu faktor produksi dengan harga masing – masing faktor produksi. Secara matematis rumus efisiensi harga (alokatif) seperti tertera pada Persamaan 7.

$$\frac{b.Y.Py}{X.Px} = 1 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- b = Elastisitas Produksi
- X = Jumlah Faktor Produksi x
- Y = Produksi Px = Harga Faktor Produksi x
- Py = Harga Produksi

Dalam prakteknya nilai y,Py, X dan Px diambil nilai rata-ratanya, sehingga persamaan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{b.Y.Py}{X.Px} = 1$$

Setelah didapatkan hasil NPM dari setiap factor produksi, maka akan di hitung rata-rata efisiensi harga dengan rumus seperti tertera pada Persamaan 8

$$EH = \frac{NPM1+NPM2+NPM3+NPM4+NPM5+NPM6+NPM7}{7} \dots\dots\dots (8)$$

$\frac{b.Py}{Px} = 1$, artinya penggunaan faktor produksi sudah efisien.

$\frac{b.Py}{Px} > 1$, artinya bahwa penggunaan factor produksi x belum efisien, maka input x perlu di tambah

$\frac{b.Py}{Px} < 1$, artinya bahwa penggunaan factor produksi x belum efisien, maka penggunaan input x perlu dikurangi.

2.4.5 Analisis Efisiensi Ekonomi

Efisiensi ekonomi merupakan kombinasi antara efisiensi teknis dan efisiensi alokatif atau harga. Menurut (Firdausya et al., 2021) Tercapainya tingkat efisiensi ekonomis yang tinggi akan meningkatkan pendapatan dan keuntungan petani, efisiensi ekonomis terjadi apabila produksi mencapai efisiensi teknis sekaligus efisiensi harga sehingga menghasilkan keuntungan maksimal. Secara matematis, efisiensi ekonomis dirumuskan pada Persamaan 9.

$$EE = TE \times EA \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

EE = Efisiensi Ekonomi

TE = Efisiensi Teknis

EA = Efisiensi Aloaktif/ harga

EE = 1, artinya kondisi efisien telah dicapai dan telah mendapatkan keuntungan yang maksimal

EE > 1, artinya berarti bahwa efisiensi ekonomi belum dicapai secara maksimal, maka dari itu penggunaan faktor produksi perlu di tambah agar tercapai kondisi efisiensi.

EE < 1, artinya Upaya yang dilakukan tidak efisien, sehingga perlu dilakukan pengurangan dan penggunaan faktor produksi

2.5 Uji Asumsi Klasik

Uji klasik merupakan analisis yang dilakukan untuk menilai model dan mengidentifikasi potensi masalah terkait asumsi klasik yang ada. Sebelum pengolahan data, uji ini dilakukan untuk mengevaluasi kondisi data dan memastikan bahwa model analisis yang digunakan tepat dan akurat. Menurut (Permana & Iksari, 2023) uji asumsi klasik terdiri dari:

1. Uji Normalitas, uji normalitas data bertujuan untuk mendeteksi distribusi data dalam suatu variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Salah satu metode uji yang dipakai adalah dengan menggunakan metode analisis grafik. baik secara normal plot atau grafik histogram. Uji normalitas data yang lebih besar dari 50 sampel, menggunakan Kolmogorov- Smirnov. Data bisa dikatakan berdistribusi normal, apabila nilai Asymp Sig. (2tailed) > 0,05.
2. Uji multikolinearitas, uji multikolinieritas dilakukan untuk menganalisa korelasi antara variabel independen. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi diantara variabel independen. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya multikolinieritas didalam model regresi dapat dilihat berdasarkan nilai tolerance dan Variance Inflation Factor (VIF). Jika nilai tolerance > 0,10 atau VIF < 10, maka tidak terdapat multikolinieritas antara variabel independen.
3. Uji heteroskedastisitas, uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah model regresi terjadi ketidaksamaan varian dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Cara memprediksi ada tidaknya heteroskedastisitas pada suatu model dapat dilihat dengan pola gambar scatterplot. Jika titik-titik yang terbentuk harus menyebar secara acak, tersebar baik diatas maupun dibawah angka 0 pada sumbu Y, artinya tidak terjadi heteroskedastisitas dan model regresi layak digunakan.

2.6 Batasan Operasional

Batasan operasional merupakan penjelasan mengenai bagaimana suatu konsep dalam penelitian diukur serta dioperasionalkan, baik menyangkut variabel maupun metode yang digunakan. Tujuannya adalah untuk memastikan adanya keseragaman, konsistensi, dan kejelasan pemahaman dalam proses penelitian sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dengan demikian, batasan operasional dalam penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Produksi wortel adalah keseluruhan hasil panen yang diperoleh dari kegiatan usahatani wortel yang dilakukan oleh petani di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Hasil tersebut dinyatakan dalam satuan berat, yaitu kilogram (kg), sehingga dapat menggambarkan tingkat produktivitas usahatani yang sedang diteliti.
2. Luas lahan merupakan ukuran area pertanaman yang digunakan dan dikelola oleh petani untuk membudidayakan wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Luas lahan ini direalisasikan dalam satuan hektar (ha) dan menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi kapasitas produksi.
3. Benih adalah biji wortel yang digunakan sebagai bahan tanam oleh petani, di mana benih tersebut umumnya telah melalui perlakuan khusus agar memiliki kualitas yang baik. Penggunaan benih berkualitas tinggi diharapkan mampu meningkatkan produktivitas usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng secara lebih optimal.
4. Pupuk merupakan bahan organik maupun anorganik yang diberikan ke tanaman wortel untuk menambah ketersediaan unsur hara dalam tanah. Dalam penelitian ini, pupuk yang digunakan terdiri pupuk kandang, pupuk NPK, pupuk Urea, dengan takaran yang dicatat dalam satuan kilogram (kg).
5. Herbisida adalah bahan kimia yang dipergunakan oleh petani wortel untuk mengendalikan gulma atau tanaman pengganggu yang dapat menurunkan hasil produksi. Penggunaan herbisida pada penelitian ini diukur dalam bentuk liter (L).
6. Fungisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur, yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi wortel. Dalam penelitian ini, penggunaan fungisida oleh petani dicatat dalam satuan liter (L).
7. Insektisida merupakan jenis pestisida yang berfungsi untuk memberantas serangan hama serangga serta penyakit tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan wortel. Penggunaan insektisida oleh petani diukur dalam satuan liter (L).
8. Tenaga kerja adalah individu atau kelompok orang yang terlibat dalam seluruh kegiatan usahatani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng, baik dalam proses pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan, hingga pemanenan. Tenaga kerja ini dicatat dan dihitung dalam satuan Hari Orang Kerja (HOK).
9. Umur petani adalah usia dari petani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng pada saat penelitian berlangsung. Umur petani biasanya dinyatakan dalam tahun dan dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kemampuan serta pengalaman dalam mengelola usahatani.
10. Lama pendidikan adalah jumlah tahun pendidikan formal yang telah ditempuh oleh petani wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng. Tingkat pendidikan ini diukur berdasarkan jenjang pendidikan terakhir yang diselesaikan petani.
11. Pengalaman berusahatani adalah lamanya petani melakukan kegiatan usahatani wortel, dihitung sejak pertama kali terjun dalam budidaya hingga saat penelitian dilakukan. Pengalaman ini dinyatakan dalam satuan tahun dan dapat memengaruhi keterampilan serta keputusan petani dalam mengelola usahatannya.

12. Efisiensi merupakan keadaan dimana usahatani berhasil menggunakan input dan menghasilkan output pada kondisi biaya minimal atau keuntungan maksimal.
13. Analisis efisiensi yang diukur dalam penelitian ini adalah efisiensi teknis, alokatif dan ekonomi.
14. Inefisiensi merupakan suatu kondisi adanya masalah yang dihadapi oleh para petani wortel dilihat dari tidak tercapainya atau tidak adanya efisiensi pada hasil analisis.
15. *Stochastic Frontier Model* (SFM) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menganalisis penggunaan input produksi dan tingkat efisiensi dan inefisiensi terhadap wortel di Kecamatan Uluere, Kabupaten Bantaeng.