

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa yang terjadi di kehidupan sehari-hari tanpa disadari merupakan salah satu kejadian yang dapat dimodelkan dengan persamaan regresi, yang merupakan bagian dari analisis regresi. Model pertumbuhan merupakan salah satu bentuk regresi nonlinier yang berguna untuk mengetahui suatu hubungan antara penambahan ukuran tubuh (bobot, tinggi, dan volume tubuh) yang dipengaruhi oleh waktu. Pada proses pertumbuhan, terjadi penambahan dan perubahan umur tanaman serta volume sel secara signifikan seiring dengan berjalannya waktu. Proses pertumbuhan menunjukkan suatu perubahan seperti massa tumbuhan, volume luas daun, tinggi tanaman, atau penimbunan bahan kimia dapat dinyatakan dalam bentuk kurva atau diagram pertumbuhan.

Pertumbuhan tanaman mula-mula lambat, kemudian berangsur-angsur lebih cepat sampai tercapai suatu maksimum, akhirnya laju tumbuh menurun (Parman, 2007). Pertumbuhan tanaman akan membentuk kurva seperti huruf "S" jika digambarkan dalam suatu grafik. Kurva ini menggambarkan tiga fase tumbuhan, yaitu fase logaritmik, linier, dan penuaan. Pada fase logaritmik, laju pertumbuhan lambat di awalnya, tetapi kemudian meningkat terus. Laju pertumbuhan berbanding lurus dengan ukuran organisme. Semakin besar organisme, semakin cepat pula ia tumbuh. Pada fase linier, penambahan ukuran berlangsung secara konstan dan fase penuaan dicirikan dengan laju pertumbuhan yang menurun, saat tumbuhan sudah mencapai kematangan dan mulai menua (Salisbury dan Ross, 1995).

Terdapat beberapa jenis fungsi sigmoid, diantaranya yaitu Logistik, Gompertz, dan Van Bertalanffy (Draper dan Smith, 1998). Penelitian kali ini berfokus pada model pertumbuhan Logistik karena model tersebut sangat sederhana dan hanya memiliki tiga parameter yang mudah untuk diinterpretasikan.

Model pertumbuhan Logistik termasuk ke dalam regresi nonlinier yang tidak dapat ditransformasi ke dalam bentuk linier (*intrinsically nonlinier*) sehingga untuk menduga parameternya menjadi lebih rumit. Salah satu metode pendugaan parameter untuk menduga model nonlinier adalah metode kuadrat terkecil nonlinier (*nonlinier least square*). Kuadrat terkecil nonlinier merupakan bentuk dari analisis kuadrat terkecil yang digunakan untuk melakukan *fitting* atas sekumpulan pengamatan dengan suatu model nonlinier. Pendugaan parameter tersebut dilakukan dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat residualnya.

Pendugaan parameter menggunakan metode kuadrat terkecil nonlinier sangat sulit dilakukan karena parameter tidak dapat dinyatakan secara analitik sehingga diperlukan metode yang memudahkannya yaitu metode iterasi. Metode iterasi memiliki langkah-langkah yang bertujuan agar nilai dari fungsi yang akan diminimumkan mengalami penurunan pada iterasi selanjutnya. Beberapa metode iterasi untuk optimasi kuadrat terkecil adalah *Gradient Descent*, *Gauss Newton*, *Levenberg Marquardt*, dan lain sebagainya.

Metode *Gradient Descent* erat kaitannya dengan *learning rate*. *Learning rate* merupakan tetapan nilai yang digunakan oleh algoritma *Gradient Descent* untuk melipatkandakan nilai *gradient* secara skalar (Sahrul *et al.*, 2018). Proses menuju konvergen akan sangat lambat apabila *learning rate* terlalu kecil, sedangkan algoritma kemungkinan akan melewati titik minimumnya jika *learning*

rate terlalu besar. Metode *Gauss Newton* didasarkan pada penyelesaian suatu sistem linier dan jika diperoleh matriks singular, maka metode ini akan gagal untuk menyelesaikan masalah optimasi sehingga tidak menemukan solusinya. Metode *Gauss Newton* terkadang menghasilkan iterasi yang divergen (menjauh dari titik optimal) apabila iterasi dimulai dari suatu titik yang terlalu jauh dari titik optimalnya. Metode *Levenberg Marquardt* berguna untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang terjadi di metode *Gradient Descent* dan *Gauss Newton*. Metode *Levenberg Marquardt* akan bekerja dengan melakukan pencarian nilai minimum berdasarkan jumlah kuadrat terkecil dengan memadukan kecepatan dari metode *Gauss Newton* dan kestabilan dari metode *Gradient Descent* (Aidilof, 2021).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Faza dan Rohaeni (2024) menunjukkan bahwa model pertumbuhan Logistik mampu mengestimasi jumlah penduduk Provinsi Jawa Barat dengan sangat baik. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Rochayani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa model pertumbuhan Logistik mampu memberikan prediksi data yang lebih baik daripada model pertumbuhan Gompertz. Penelitian yang dilakukan oleh Rakhmawati dan Sutimin (2006) juga menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi rumput laut *Gracilaria gigas* dapat dimodelkan secara Logistik menggunakan model pertumbuhan Logistik.

Penelitian ini akan menggunakan model pertumbuhan Logistik dalam menganalisis pertumbuhan tinggi tanaman kedelai. Kedelai merupakan tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia, selain padi dan jagung.

Pertumbuhan kedelai yang berpola sigmoid menyebabkan data ini sangat cocok digunakan untuk melakukan analisis tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil estimasi parameter model pertumbuhan Logistik untuk tinggi tanaman kedelai menggunakan metode *Nonlinear Least Square* dengan iterasi *Levenberg Marquardt*?
2. Apakah parameter yang didapat dari hasil estimasi telah memenuhi uji signifikansi menggunakan uji t sehingga dapat dikatakan parameter berkontribusi signifikan terhadap model?
3. Seberapa baik model pertumbuhan Logistik yang dihasilkan dalam menjelaskan pola pertumbuhan tinggi tanaman kedelai berdasarkan nilai *adjusted R-Squared*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang diambil dari rata-rata tinggi 26 tanaman kedelai. Penggunaan data rata-rata bertujuan untuk memberikan gambaran umum hasil antara berbagai perlakuan dalam praktikum yang dilakukan (Rohman, 2023).
2. Data pertumbuhan tanaman kedelai diambil dari pengamatan praktikum teknologi produksi tanaman pangan 2023 prodi Agroekoteknologi Universitas Diponegoro mulai 20 September hingga 22 Desember 2023 (10 minggu).

3. Data pertumbuhan tanaman kedelai ditanam di lahan tanam praktikum Agroekoteknologi.
4. Jenis varietas kedelai yang digunakan yaitu varietas Grobogan.
5. Perlakuan yang diberikan yaitu jenis pupuk dengan dosis 0 kg/ha P_2O_5 (tidak diberikannya pupuk fosfat (P_2O_5)).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagaimana rumusan masalah adalah sebagai berikut.

1. Mengestimasi parameter model pertumbuhan Logistik untuk tinggi tanaman kedelai menggunakan metode *Nonlinear Least Square* dengan iterasi *Levenberg Marquardt*?
2. Menguji signifikansi parameter yang didapat dari hasil estimasi menggunakan uji t untuk menentukan kontribusinya terhadap model.
3. Menentukan kebaikan model pertumbuhan Logistik yang dihasilkan dalam menjelaskan pola pertumbuhan tinggi tanaman kedelai berdasarkan nilai *adjusted R-Squared*.