

**PREDIKSI PRODUKSI DAGING AYAM KAMPUNG DI PROVINSI
LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE ADAMS-BASHFORTH-
MOULTON DAN METODE MILNE-SIMPSON**

Skripsi

Oleh

**RANDIA ROMADHON
NPM. 2117031083**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRACT

PREDICTION OF FREE-RANGE CHICKEN MEAT PRODUCTION IN LAMPUNG PROVINCE USING THE ADAMS-BASHFORTH-MOULTON METHOD AND THE MILNE-SIMPSON METHOD

By

Randia Romadhon

Free-range chicken meat is one of the food products that attracts many consumers, leading to increased interest in free-range chicken farming. To address future issues related to the production of free-range chicken meat in Lampung, it is necessary to make predictions to estimate whether the production will increase or decrease. This study aims to predict the production of free-range chicken meat in Lampung Province using the Adams-Bashforth-Moulton and Milne-Simpson methods, as well as to determine which method is more effective. The prediction process involves determining the initial solution using the fourth-order Runge-Kutta method, obtaining numerical solutions using the Adams-Bashforth-Moulton and Milne-Simpson methods, and comparing the results and relative errors of the two methods to identify the more effective one. The results of the study show that the predicted production of free-range chicken meat in Lampung using the Adams-Bashforth-Moulton and Milne-Simpson methods increases annually. Furthermore, the Milne-Simpson method proves to be more effective in making predictions due to its smaller relative error.

Keywords: Adams-Bashforth-Moulton, Milne-Simpson, prediction, free-range chicken meat, Lampung.

ABSTRAK

PREDIKSI PRODUKSI DAGING AYAM KAMPUNG DI PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE ADAMS-BASHFORTH- MOULTON DAN METODE MILNE-SIMPSON

Oleh

Randia Romadhon

Daging ayam kampung merupakan salah satu bahan makanan yang memiliki banyak peminat, sehingga membuat orang-orang tertarik untuk beternak ayam kampung. Untuk mengatasi masalah produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung pada masa yang akan datang, perlu dilakukan prediksi untuk memperkirakan jumlah produksi daging ayam kampung bertambah atau berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson serta menentukan metode mana yang lebih efektif. Prediksi dilakukan dengan mencari solusi awal menggunakan metode Runge-Kutta orde empat, mencari solusi numerik dari metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson, dan membandingkan hasil dan galat relatif dari kedua metode tersebut untuk menentukan metode mana yang lebih efektif. Hasil penelitian didapatkan prediksi produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson mengalami kenaikan setiap tahunnya. Lebih lanjut, metode Milne-Simpson merupakan metode yang lebih efektif dalam memprediksi, karena galat relatifnya lebih kecil.

Kata kunci: Adams-Bashforth-Moulton, Milne-Simpson, prediksi, daging ayam kampung, Provinsi Lampung.

**PREDIKSI PRODUKSI DAGING AYAM KAMPUNG DI PROVINSI
LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE ADAMS-BASHFORTH-
MOULTON DAN METODE MILNE-SIMPSON**

RANDIA ROMADHON

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi

: **PREDIKSI PRODUKSI DAGING AYAM KAMPUNG DI PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE ADAMS-BASHFORTH-MOULTON DAN METODE MILNE-SIMPSON**

Nama Mahasiswa

: **Randia Romadhon**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031083**

Program Studi

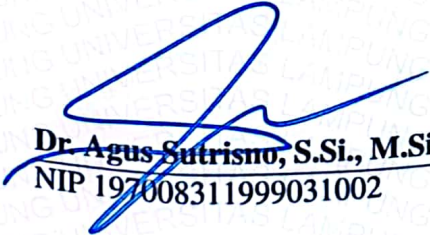
: **Matematika**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing


Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.
NIP 197008311999031002


Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si.
NIP 199306012019032021

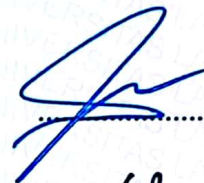
2. Ketua Jurusan Matematika


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. tim penguji

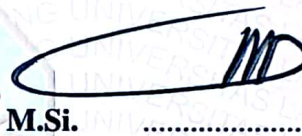
Ketua : **Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 06 Agustus 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Randia Romadhon**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031083**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **Prediksi Produksi Daging Ayam Kampung di Provinsi Lampung Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton dan Metode Milne-Simpson**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 September 2025

Penulis,



Randia Romadhon

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Randia Romadhon yang lahir di Natar, Lampung Selatan pada tanggal 03 Desember 2002. Penulis merupakan anak tunggal dari Bapak Pujiono dan Ibu Reni Nila Wati.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan TK pada tahun 2009, SD pada tahun 2015, dan SMP pada tahun 2018 di Sekolah Lentera Harapan Banjar Agung. Pada tahun 2021 penulis menyelesaikan pendidikan di SMK Yadika Natar dan melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah bergabung di Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) selama 2 periode menjadi anggota Bidang Keilmuan periode 2022 dan Ketua Bidang Keilmuan pada periode 2023. Pada tahun 2023 juga penulis aktif dalam acara Dies Natalis Jurusan Matematika ke-24 (DINAMIKA XXIV) sebagai Koordinator Divisi Sponsor dan Keamanan. Pada awal tahun 2024 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di PT Teguh Wibawa Bhakti Persada. Pada tahun yang sama penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sambirejo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

"Life is about how we interpret meaning and purpose. Science and knowledge are our best tools to understand it."

(Steven Hawking)

"The more we know, the more we realize how little we know."

(R. Buckminster Fuller)

"Justru karena dunia ini kejam, kita jadi bisa sadar bahwa hal-hal kecil yang membuat kita bahagia adalah hal yang berharga."

(Fiony Alveria Tantri)

"Jangan melakukan hal yang akan membuatmu menyesal di kemudian hari."

(Hillary Abigail Mantiri)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dengan rasa syukur dan bahagia, saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Terimakasih kepada orang tuaku atas segala pengorbanan, motivasi, doa dan ridho serta dukungannya selama ini. Terimakasih telah memberikan pelajaran berharga kepada anakmu ini tentang makna perjalanan hidup yang sebenarnya sehingga kelak bisa menjadi orang yang bermanfaat bagi banyak orang.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

Sahabat-sahabatku

Terimakasih kepada semua orang-orang baik yang telah memberikan pengalaman, semangat, motivasinya, serta doa-doanya dan senantiasa memberikan dukungan dalam hal apapun.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Prediksi Produksi Daging Ayam Kampung di Provinsi Lampung Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton dan Metode Milne-Simpson" dengan baik dan lancar serta tepat pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, saran serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menjalani studi.

6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, *staff* dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua, Bapak Pujiono dan Ibu Reni Nilawati yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat yang tiada hentinya kepada penulis.
9. Alam, Gading, Amri, Anggun, Arvi, Ilma, dan Falen yang telah kebersamaan, membantu, dan menghibur penulis dengan candaan pinggir jurang dan keanehan setiap orangnya.
10. Vidyanti Kurniasih, yang selalu memberikan dukungan, bantuan, saran, masukan, dan meluangkan waktunya untuk menemani penulis dalam menyelesaikan penulisan ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 30 September 2025

Randia Romadhon

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Persamaan Diferensial	4
2.2 Persamaan Diferensial Linear dan Nonlinear	5
2.3 Model Logistik	6
2.4 Metode Runge-Kutta	8
2.5 Metode Adams-Bashforth-Moulton	10
2.6 Metode Milne-Simpson	12
2.7 Galat	13
2.7.1 Galat Mutlak	13
2.7.2 Galat Relatif	14
2.8 Laju Pertumbuhan Populasi	14
III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Data Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Nilai Awal Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde Empat	17
4.2 Solusi Numerik Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton	24
4.3 Solusi Numerik Menggunakan Metode Milne-Simpson	26
4.4 Perbandingan Metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson	29

V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
4.1	Produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung	17
4.2	Solusi awal menggunakan metode Runge-Kutta orde empat . .	24
4.3	Solusi numerik menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton	26
4.4	Solusi numerik menggunakan metode Milne-Simpson	28
4.5	Perbandingan hasil metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson terhadap data sebenarnya	29
4.6	Perbandingan galat relatif Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Grafik perbandingan hasil metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson terhadap data sebenarnya	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Daging ayam kampung merupakan salah satu bahan makanan yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Ayam kampung masih sangat mudah untuk dijumpai karena jumlahnya yang masih banyak. Ayam kampung memiliki bentuk tubuh yang ramping dengan kaki panjang dan warna bulu yang beragam (Rasyaf, 2011). Daging ayam kampung memiliki banyak manfaat untuk tubuh jika dikonsumsi, yaitu dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, menjaga keseimbangan kolesterol, memperkuat tulang dan massa otot, dan penting untuk pertumbuhan dan tinggi badan anak (Setyawan dan Sitanggang, 2017)

Banyaknya peminat daging ayam kampung, membuat orang-orang berpikir untuk mulai beternak ayam kampung. Untuk mengatasi masalah produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung pada masa yang akan datang, perlu dilakukan prediksi produksi daging ayam kampung. Prediksi yang dilakukan dapat memperkirakan jumlah produksi daging ayam kampung bertambah atau berkurang. Hasil prediksi nantinya akan membantu mengetahui langkah apa yang harus diambil. Prediksi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, contohnya metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson. Kedua metode ini merupakan metode *multi-step*. Untuk menggunakan metode ini, diperlukan solusi awal yang didapat dari metode *one-step*, contohnya metode Runge-Kutta (Apriani dkk., 2022).

Penelitian mengenai metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson sebelumnya sudah dilakukan, salah satunya pada tahun 2023 oleh Nabilla dan Rakhmawati meneliti mengenai implementasi metode Adams-Bashforth-Moulton pada persamaan logistik biner untuk menganalisis prediksi tingkat pertumbuhan ekonomi. Daratullaila dkk. (2024) melakukan penelitian mengenai penerapan metode Adams Bashforth Moulton dalam memprediksi jumlah produksi kelapa sawit

di Provinsi Sumatera Utara. Pada tahun 2022, Rijoly dkk. meneliti mengenai penerapan metode Milne-Simpson pada estimasi produksi cengkeh di Provinsi Maluku. Arjuna dan Lubis (2024) meneliti mengenai solusi numerik Model Verhulst pada estimasi hasil panen melalui perkembangan produksi padi dan beras dengan metode Milne-Simpson. Perbandingan kedua metode juga sudah pernah dilakukan oleh Suryani dkk. (2023) dalam memprediksi hasil panen padi di Kabupaten Gowa. Diketahui bahwa estimasi pertumbuhan padi terus meningkat setiap tahunnya dan metode Milne-Simpson terbukti lebih efisien dalam memprediksi dibanding metode Adams-Bashforth-Moulton.

Metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson merupakan dua metode yang sering digunakan di dalam penelitian. Namun, belum banyak yang melakukan perbandingan dua metode tersebut untuk melakukan suatu prediksi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan kedua metode tersebut untuk memprediksi produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung dan menentukan metode mana yang lebih efisien untuk digunakan. Prediksi yang dilakukan dalam penelitian ini terfokus pada penggunaan kedua metode tersebut tanpa terpengaruh pada hal-hal lain seperti sistem pemeliharaan, penyakit, dan lain-lain.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Memprediksi produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung menggunakan metode Adam-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson.
2. Menentukan metode yang lebih efektif untuk melakukan prediksi data produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan mengenai penerapan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson dalam memprediksi produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung.

2. Menjadi salah satu referensi tambahan untuk perencanaan produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung dan penelitian serupa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial (*differential equation*) merupakan suatu persamaan yang terdiri dari paling sedikit satu turunan dari suatu fungsi yang belum diketahui (Purnomo, 2021). Persamaan diferensial melibatkan variabel-variabel tak bebas dan turunan-turunannya terhadap variabel-variabel bebas. Persamaan diferensial memiliki orde dan derajat. Orde merupakan tingkat dari turunan tertinggi yang terdapat dalam suatu persamaan diferensial. Derajat merupakan pangkat dari suku turunan tertinggi yang terdapat dalam persamaan diferensial. Persamaan diferensial sangat penting dalam berbagai bidang seperti fisika, ekonomi, dan biologi karena banyak fenomena alamiah dan proses teknis dapat dimodelkan menggunakan persamaan ini.

Persamaan diferensial dibagi menjadi dua jenis yaitu persamaan diferensial biasa dan parsial. Persamaan diferensial biasa adalah suatu persamaan yang hanya melibatkan satu variabel bebas. Jika diambil $y(x)$ sebagai suatu fungsi satu variabel, dimana x merupakan variabel bebas dan y merupakan variabel tak bebas, maka suatu persamaan diferensial biasa dapat dituliskan dalam bentuk

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0 \quad (2.1.1)$$

Keterangan:

F = Fungsi real

x = Variabel bebas

y = Variabel tak bebas

y' = Turunan pertama dari y terhadap x

y'' = Turunan kedua dari y terhadap x

y^n = Turunan y terhadap x yang ke- n

Berbeda dengan persamaan diferensial biasa yang hanya melibatkan satu variabel bebas, persamaan diferensial parsial adalah suatu persamaan yang melibatkan dua atau lebih variabel bebas. Persamaan diferensial parsial memiliki bentuk umum sebagai berikut:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \frac{\partial u}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial u}{\partial x_n}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2}, \dots, \frac{\partial^2 u}{\partial x_n^2}) = 0 \quad (2.1.2)$$

Keterangan:

$x_1, x_2, \dots, x_n$	= Variabel bebas
$u(x_1, x_2, \dots, x_n)$	= Fungsi yang tidak diketahui (solusi) yang bergantung pada variabel bebas
$\frac{\partial u}{\partial x_i}$	= Turunan parsial pertama u terhadap variabel x_i
$\frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2}$	= Turunan parsial kedua u terhadap variabel x_i
$\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_i}$	= Turunan parsial campuran kedua u terhadap x_i dan x_j
F	= Fungsi yang melibatkan variabel bebas, fungsi u , serta turunan-turunan parsialnya

Berikut ini merupakan contoh dari persamaan diferensial biasa dan parsial:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + 3 \frac{dy}{dx} + 4y = 0 \quad (\text{Persamaan diferensial biasa})$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + c \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (\text{Persamaan diferensial parsial})$$

(Nugroho, 2011).

2.2 Persamaan Diferensial Linear dan Nonlinear

Menurut Waluya (2006), persamaan diferensial biasa $F(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0$, merupakan persamaan diferensial biasa jika F linear dalam variabel-variabel $y, y', y'', \dots, y^n$. Bentuk umum persamaan diferensial biasa linear orde- n adalah sebagai berikut:

$$a_0(t)y^{(n)} + a_1(t)y^{(n-1)} + \dots + a_n(t)y = g(t) \quad (2.2.3)$$

Suatu persamaan diferensial dikatakan linear jika memenuhi 3 hal berikut:

1. Variabel-variabel terkait dan turunannya berderajat satu.

2. Tidak terdapat bentuk perkalian antara sebuah variabel terikat dengan variabel terikat lainnya, atau turunan yang satu dengan turunan yang lainnya, atau variabel terikat dengan sebuah turunan.
3. Variabel terikatnya bukan merupakan fungsi transenden.

Persamaan diferensial nonlinear merupakan persamaan yang memiliki variabel terikat atau turunannya berpangkat lebih dari satu dengan koefisien konstanta atau koefisien yang tergantung pada variabel bebasnya. Suatu persamaan diferensial dikatakan nonlinear jika salah satu sifat berikut dipenuhi:

1. Variabel-variabel terikat turunannya lebih dari satu.
2. Terdapat bentuk perkalian antara sebuah variabel terikat lainnya, atau turunan yang satu dengan turunan lainnya, atau variabel terikat dengan sebuah turunan.
3. Variabel terikatnya merupakan fungsi transenden.

Berikut merupakan contoh persamaan diferensial linear dan nonlinear:

$$\frac{dy}{dx} + 3y = 6, \quad (\text{PD Linear orde 1})$$

$$\frac{dy}{dx} = 2y + y^2. \quad (\text{Persamaan Riccati})$$

2.3 Model Logistik

Menurut Anggreini (2018), model logistik atau model Verhulst pertama kali diperkenalkan oleh seorang matematikawan dan ahli biologi yang berasal dari Belanda, yaitu Pierre Francois Verhulst pada tahun 1838. Hal ini diakibatkan karena model pertumbuhan alami tidak cukup tepat untuk populasi yang cukup besar dan tempatnya terbatas sehingga timbul hambatan karena padatnya populasi yang akan mengurangi populasi itu sendiri. Model ini merupakan pengembangan dari model pertumbuhan eksponensial yang pertama kali dicetuskan oleh Maltus. Model logistik menggambarkan pertumbuhan populasi yang dirasa lebih realistis. Dalam model ini, jumlah populasi dipengaruhi oleh besar kecilnya daya dukung lingkungan.

Bentuk paling sederhana dari laju pertumbuhan relatif adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = r \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad (2.3.4)$$

Jika kedua ruas dikali dengan N , maka didapat model pertumbuhan populasi yang disebut persamaan diferensial logistik, sebagai berikut:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad (2.3.5)$$

Jika N lebih kecil dibandingkan K , maka $\frac{N}{K}$ mendekati 0 dan $\frac{dN}{dt} \approx rN$. Namun, jika $N \rightarrow K$ (populasi mendekati kapasitas tampungnya), maka $\frac{N}{K} \rightarrow 1$, sehingga $\frac{dN}{dt} \rightarrow 0$. Jika populasi N berada diantara 0 dan K , maka ruas kanan persamaan di atas bernilai positif, sehingga $\frac{dN}{dt} > 0$ dan populasi naik. Tetapi, jika populasi melampaui kapasitas tampungnya ($N > K$), maka $1 - \frac{N}{K}$ negatif, sehingga $\frac{dN}{dt} < 0$ dan populasi turun. Solusi persamaan logistik dapat diperoleh melalui langkah-langkah berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{N \left(1 - \frac{N}{K} \right)} &= r dt \\ \int \frac{dN}{N \left(1 - \frac{N}{K} \right)} &= \int r dt \\ \ln N - \ln(K - N) &= rt + c \\ \ln \frac{N}{K - N} &= rt + c \\ \frac{N}{K - N} &= e^{rt+c} \\ N &= (K - N)e^{rt+c} \\ N &= Ke^{rt+c} - Ne^{rt+c} \\ N + Ne^{rt+c} &= Ke^{rt+c} \\ N(1 + e^{rt+c}) &= Ke^{rt+c} \\ N &= \frac{Ke^{rt+c}}{1 + e^{rt+c}} \end{aligned} \quad (2.3.6)$$

Dari persamaan (2.3.6), jika diberikan nilai awal $t = 0$ dan $N(0) = N_0$ kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan (2.3.6) maka akan diperoleh nilai $c = \ln\left(\frac{N_0}{K} - N_0\right)$. Selanjutnya, nilai c tersebut disubstitusikan kembali ke dalam persamaan (7),

sehingga diperoleh solusi khusus dari model logistik seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{K e^{rt + \ln\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}}{1 + e^{rt + \ln\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}} \\
 &= \frac{K}{\left(\frac{K}{N_0} e^{-rt} - e^{-rt} + 1\right)} \\
 &= \frac{K}{e^{-rt} \left(\frac{K}{N_0} - 1\right) + 1}
 \end{aligned} \tag{2.3.7}$$

Keterangan:

N = Jumlah populasi pada saat t

N_0 = Jumlah populasi awal saat $t = 0$

K = Daya tampung (*carrying capacity*) dari suatu daerah untuk populasi

r = Laju pertumbuhan per kapita populasi

t = Waktu

Penentuan nilai K atau nilai daya tampung diperoleh dari nilai limit $N(t)$, yaitu:

$$N(t)_{\max} = \lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = \frac{a}{b} = \frac{N_1 (2N_0N_2 - N_2N_1 - N_0N_1)}{N_0N_2 - N_1^2} \tag{2.3.8}$$

Keterangan:

N_1 = Jumlah populasi pada saat $t = 1$

N_2 = Jumlah populasi awal saat $t = 2$

a = Parameter yang terkait dengan dinamika pertumbuhan populasi

b = Parameter yang terkait dengan dinamika pertumbuhan populasi

2.4 Metode Runge-Kutta

Menurut Suryani dkk. (2023), metode Runge-Kutta ditemukan oleh Carl Runge dan Wilhelm Kutta. Metode ini memperoleh ketelitian dari pendekatan Deret Taylor tanpa memerlukan perhitungan derivatif yang lebih tinggi. Metode ini berusaha mendapatkan derajat ketelitian yang lebih tinggi dan menghindarkan penggunaan yang lebih tinggi dengan jalan mengevaluasi fungsi $f(x, y)$. Metode Runge-Kutta orde empat sering digunakan karena memiliki derajat ketelitian lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode Runge-Kutta orde sebelumnya. Persamaan metode

Runge-Kutta orde empat adalah sebagai berikut:

$$P_{n+1} = P_n + \frac{1}{6} (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) h. \quad (2.4.9)$$

Dengan nilai k :

$$\begin{aligned} k_1 &= f(t_n, P_n), \\ k_2 &= f\left(t_n + \frac{1}{2}h, P_n + \frac{1}{2}k_1h\right), \\ k_3 &= f\left(t_n + \frac{1}{2}h, P_n + \frac{1}{2}k_2h\right), \\ k_4 &= f(t_n + h, P_n + k_3h). \end{aligned}$$

Contoh 1:

Gunakan metode Runge-Kutta orde empat untuk mencari solusi PD:

$$\frac{dy}{dx} = -2x^2 + 12x^2 - 20x + 8,5.$$

dari $x = 0$ hingga 4 dan ukuran langkah = 0,5. Nilai awal $y(0) = 1$.

Penyelesaian:

Pertama, cari nilai k_1, k_2, k_3 , dan k_4 terlebih dahulu

$$\begin{aligned} k_1 &= -2(0)^3 + 12(0)^2 - 20(0) + 8,5 = 8,5 \\ k_2 &= -2(0,25)^3 + 12(0,25)^2 - 20(0,25) + 8,5 = 4,21875 \\ k_3 &= 4,21875 \\ k_4 &= -2(0,5)^3 + 12(0,5)^2 - 20(0,5) + 8,5 = 1,25 \end{aligned}$$

Nilai k_1, k_2, k_3 , dan k_4 yang sudah diketahui, kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan (2.4.9), sehingga diperoleh:

$$y(0,5) = 1 + \left(\frac{1}{6} (8,5 + 2(4,21875) + 2(4,21875) + 1,25)\right) \times 0,5 = 3,21875$$

(Setiawan, 2006).

2.5 Metode Adams-Bashforth-Moulton

Metode Adams-Bashforth-Moulton adalah metode *multi-step* yang terdiri dari Adams-Bashforth sebagai prediktor dan Adams-Moulton sebagai korektor. Untuk mendapatkan solusi dari metode *multi-step*, dibutuhkan solusi awal yang didapat dari metode *one-step*, seperti metode Runge-Kutta, metode Euler, metode Taylor dan metode Heun (Apriani dkk., 2022).

Metode prediktor-korektor Adams-Bashforth-Moulton diturunkan dari teorema dasar kalkulus:

$$y(x_{n+1}) = y(x_n) + \int_{x_n}^{x_{n+1}} f(x, y(x)) dx \quad (2.5.10)$$

Persamaan prediktor didapat dengan menghampiri fungsi $f(x, y(x))$ ke dalam polinom interpolasi derajat tiga. Untuk itu, diperlukan empat buah titik yang berjarak sama, yaitu $(x_n - 3, f_n - 3)$, $(x_n - 2, f_n - 2)$, $(x_n - 1, f_n - 1)$, (x_n, f_n) , dari empat buah titik tersebut, dibentuk polinom interpolasi Lagrange derajat tiga:

$$\begin{aligned} f(x, y(x)) \approx & \frac{(x - x_{n-2})(x - x_{n-1})(x - x_n)f_{n-3}}{(x_{n-3} - x_{n-2})(x_{n-3} - x_{n-1})(x_{n-3} - x_n)} + \\ & \frac{(x - x_{n-3})(x - x_{n-1})(x - x_n)f_{n-2}}{(x_{n-2} - x_{n-3})(x_{n-2} - x_{n-1})(x_{n-2} - x_n)} + \\ & \frac{(x - x_{n-3})(x - x_{n-2})(x - x_n)f_{n-1}}{(x_{n-1} - x_{n-3})(x_{n-1} - x_{n-2})(x_{n-1} - x_n)} + \\ & \frac{(x - x_{n-3})(x - x_{n-2})(x - x_{n-1})f_n}{(x_n - x_{n-3})(x_n - x_{n-2})(x_n - x_{n-1})}. \end{aligned} \quad (2.5.11)$$

Substitusikan persamaan (2.5.11) ke persamaan (2.5.10). Sehingga, diperoleh persamaan prediktor berikut:

$$y_{n+1}^p = y_n + \frac{h}{24} (-9f_{n-3} + 37f_{n-2} - 59f_{n-1} + 55f_n) \quad (2.5.12)$$

Persamaan korektor dibentuk dengan cara yang sama seperti persamaan prediktor. Akan tetapi, titik-titik yang diperlukan untuk pembentukan polinom interpolasi adalah $(x_n - 2, f_n - 2)$, $(x_n - 1, f_n - 1)$, (x_n, f_n) dan titik baru x_{n+1} , $f_{n+1}^* = (x_{n+1}, f(x_{n+1}, y_{n+1}^*))$. Dari empat titik tersebut, terbentuk polinom interpolasi Lagrange derajat tiga. Kemudian, integrasikan polinom interpolasi tersebut dalam se-

lang $[x_r, x_r + 1]$. Sehingga diperoleh persamaan korektor berikut:

$$y_{n+1}^c = y_n + \frac{h}{24} (f_{n-2} - 5f_{n-1} + 19f_n + 9f_{n+1}) \quad (2.5.13)$$

$$f_{n+1}^{(0)} = f(x_{n+1}^{(0)}, y_{n+1}^{(0)}) \quad (2.5.14)$$

(Nurman dkk., 2016).

Contoh 2:

Suryani dkk. (2023) menyatakan bahwa solusi numerik menggunakan metode Adam-Bashforth-Moulton dicari setelah mendapatkan nilai awal. Nilai-nilai $P_1 = 211.990, 3948205$, $P_2 = 222.476, 1620290$, $P_3 = 233.232, 7088189$ serta nilai $f_n(t_n, P_n)$ yang diperoleh dari metode Runge-Kutta Orde Empat disubstitusikan ke persamaan Adams-Bashforth-Moulton. Untuk $n = 3$ dan $P_3 = 227.489, 8320807$, diperoleh:

$$\begin{aligned} P_{n+1}^{(0)} &= P_n + \frac{h}{24} (-9f_{n-3} + 37f_{n-2} - 59f_{n-1} + 55f_n) \\ P_4^{(0)} &= P_3 + \frac{h}{24} (-9f_0 + 37f_1 - 59f_2 + 55f_3) \\ &= 244.243, 3094658 \end{aligned}$$

Selanjutnya dicari nilai $f_4^{(0)}$, diperoleh:

$$f_4^{(0)} = f(t_4, P_4^{(0)}) = 11.131, 5522407$$

Nilai prediktor selanjutnya diperbaiki dengan menggunakan persamaan korektor sebagai berikut:

$$\begin{aligned} p_{n+1}^{(c)} &= P_n + \frac{h}{24} (f_{n-2} - 5f_{n-1} + 19f_n + 9f_{n+1}) \\ p_4^{(1)} &= P_3 + \frac{h}{24} (f_2 - 5f_3 + 19f_4 + 9f_5) \\ &= 244.243, 3226249 \end{aligned}$$

Nilai prediktor dan korektor selanjutnya digunakan untuk mencari galat relatif, diperoleh:

$$\frac{|P_4^{(1)} - P_4^{(0)}|}{|P_4^{(1)}|} = \frac{|244.243, 3226249 - 244.243, 3094658|}{|244.243, 3226249|} = 0,538768 \times 10^{-7}.$$

2.6 Metode Milne-Simpson

Metode prediktor-korektor lain yang terkenal adalah metode Milne-Simpson. Prediktor berdasarkan integrasi dari $f(x, y(x))$ pada interval $[x_{n-3}, x_{n+1}]$

$$y(x_{n+1}) = y(x_{n-3}) + \int_{x_{n-3}}^{x_{n+1}} f(x, y(x)) dx \quad (2.6.15)$$

Bentuk persamaan prediktor Milne adalah:

$$y_{n+1}^p = y_{n-3} + \frac{4h}{3} (2f_{n-2} - f_{n-1} + 2f_n) \quad (2.6.16)$$

Bentuk persamaan korektor Simpson:

$$y_{n+1}^c = y_{n-1} + \frac{h}{3} (f_{n-1} + 4f_n + f_{n+1}) \quad (2.6.17)$$

Contoh 3:

Solusi numerik menggunakan metode Milne-Simpson dicari setelah mendapatkan nilai awal. Nilai-nilai $P_1 = 211.990, 3948205$, $P_2 = 222.476, 1620290$, $P_3 = 233.232, 7088189$ serta nilai $f_n(t_n, P_n)$ yang diperoleh dari metode Runge-Kutta orde empat disubstitusikan ke persamaan Milne-Simpson. Untuk $n = 3$ dan $P_0 = 201790$, diperoleh:

$$\begin{aligned} P_n^{(0)} &= P_{n-3} + \frac{4h}{3} (2f_{n-2} - f_{n-1} + 2f_n) \\ P_4^{(0)} &= P_0 + \frac{4h}{3} (2f_1 - f_2 + 2f_3) \\ &= 244.243, 3101904 \end{aligned}$$

Selanjutnya dicari nilai $f_4^{(0)}$, diperoleh:

$$f_4^{(0)} = f(t_4, P_4^{(0)}) = 11.131, 5522561$$

Nilai prediktor selanjutnya diperbaiki dengan menggunakan persamaan korektor sebagai berikut:

$$P_n^{(c)} = P_{n-1} + \frac{h}{3} (f_{n-1} + 4f_n + f_{n+1})$$

$$\begin{aligned}
 P_4^{(1)} &= P_2 + \frac{h}{3} (f_2 + 4f_3 + f_4) \\
 &= 244.243,3218442
 \end{aligned}$$

Nilai prediktor dan korektor selanjutnya digunakan untuk mencari galat relatif, diperoleh:

$$\frac{|P_4^{(1)} - P_4^{(0)}|}{|P_4^{(1)}|} = \frac{|244.243,3218442 - 244.243,310904|}{|P_4^{(1)}|} = 0,4771394 \times 10^{-7}$$

(Suryani dkk., 2023).

2.7 Galat

Menurut Zakaria dan Muharramah (2023), pada saat menggunakan metode numerik untuk menyelesaikan suatu masalah biasanya dimulai dengan menetapkan sebarang nilai awal. Selanjutnya, dilakukan langkah-langkah komputasi numerik sehingga didapat suatu penyelesaian yang diinginkan baik berupa bilangan atau model hampiran. Data numerik adalah suatu aproksimasi yang berasosiasi dengan sebuah toleransi (batasan yang diberlakukan) untuk beberapa angka signifikan yang diperlukan. Tidak jarang metode yang digunakan berupa sebuah aproksimasi. Oleh sebab itu, galat dalam hasil perhitungan mungkin disebabkan oleh galat data atau galat dalam pemakaian suatu metode atau kedua-duanya.

2.7.1 Galat Mutlak

Galat mutlak merupakan selisih numerik antara besar nilai sebenarnya dengan nilai aproksimasinya. Jadi, bila x besar nilai sebenarnya dan x_1 nilai hampirannya, maka galat mutlak (*absolut error*) E_a didefinisikan dengan:

$$E_a = |x - x_1| = \delta x. \quad (2.7.18)$$

2.7.2 Galat Relatif

Galat relatif didefinisikan dengan

$$E_r = \frac{E_a}{x} = \frac{|x - x_1|}{x}. \quad (2.7.19)$$

Sedangkan persentase galat relatif dihitung dari galat relatif yang diberikan dalam bentuk

$$P_E = 100E_r \quad (2.7.20)$$

2.8 Laju Pertumbuhan Populasi

Menurut Rozikin dkk. (2021), rumus mencari laju pertumbuhan populasi dapat diperoleh melalui langkah-langkah berikut:

$$\begin{aligned} P(t) &= P_0 e^{rt} \\ \frac{P(t)}{P_0} &= e^{rt} \\ \ln \left(\frac{P(t)}{P_0} \right) &= \ln (e^{rt}) \\ \ln \left(\frac{P(t)}{P_0} \right) &= rt \\ r &= \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P(t)}{P_0} \right) \end{aligned} \quad (2.8.21)$$

Keterangan:

- $P(t)$ = Jumlah populasi pada saat t
- P_0 = Jumlah populasi awal saat $t = 0$
- K = Daya tampung (*carrying capacity*) dari suatu daerah untuk populasi
- r = Laju pertumbuhan per kapita populasi
- t = Waktu

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tahun ajaran 2024/2025 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang beralamatkan di Jalan Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan di penelitian ini adalah data produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung tahun 2020-2023 yang diambil dari situs web Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung (Badan Pusat Statistik, 2024).

3.3 Metode Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Studi literatur, yaitu mencari dan mengkaji referensi buku-buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Mempelajari metode yang digunakan dalam penelitian.
3. Menentukan nilai awal model logistik menggunakan metode Runge-Kutta orde 4.
4. Mencari solusi numerik dari model logistik menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson.

5. Membandingkan galat relatif dari solusi numerik metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson.
6. Penarikan kesimpulan berdasarkan hasil solusi numerik dan perbandingan galat relatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa produksi daging ayam kampung di Provinsi Lampung yang diprediksi menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson mengalami kenaikan setiap tahunnya. Metode Milne-Simpson lebih akurat dalam memprediksi dibanding metode Adams-Bashforth-Moulton, karena galat relatifnya yang lebih kecil.

5.2 Saran

Pada penelitian ini galat relatif yang didapatkan saat memprediksi menggunakan metode Adams-Bashforth-Moulton dan Milne-Simpson lebih kecil dari kriteria pemberhentian, sehingga iterasi bisa dilanjutkan sampai jumlah iterasi yang sudah ditentukan. Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan galat relatif yang lebih besar dari kriteria pemberhentian dan menggunakan metode *multi-step* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreini, D. 2018. Penerapan Persamaan Diferensial Verhulst dalam Menentukan Proyeksi Penduduk di Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Fourier*. **7**(2): 87-102.
- Apriani, D., Wasono, W., dan Huda, M.N. 2022. Penerapan Metode Adams-Bashforth-Moulton pada Persamaan Logistik dalam Memprediksi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Kalimantan Timur. *Ekspansional*. **13**(2): 95-102.
- Arjuna, B.D. dan Lubis, S.R. 2024. Solusi Numerik Model Verhulst pada Estimasi Hasil Panen Melalui Perkembangan Produksi Padi dan Beras dengan Metode Milne-Simpson. *Journal of Information System Research (JOSH)*. **5**(2): 722-730.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Produksi Daging Unggas Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Unggas di Provinsi Lampung (kg)*. <https://lampung.bps.go.id/>. Diakses pada 23 Desember 2024.
- Daratullaila, Sari, P.R., Sari, R.N., Hidayanti, A.T., dan Ritonga, O.S. 2024. Penerapan Metode Adams Bashforth Moulton dalam Memprediksi Jumlah Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Sumatera Utara. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*. **13**(2): 193-205.
- Nabila, S. dan Rahmawati, F. 2023. Implementasi Metode Adams Bashforth Moulton pada Persamaan Logistik Biner untuk Menganalisis Prediksi Tingkat Pertumbuhan Ekonomi. *Jurnal Pendidikan Matematika: Judika Education*. **5**(2): 149-164.
- Nugroho, D.B. 2011. *Persamaan Diferensial Biasa dan Aplikasinya : Penyelesaian Manual dan Menggunakan Maple*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nurman, T.A., Abidin, W., dan Sumarni. 2016. Penerapan Metode Adams-Bashforth-Moulton pada Persamaan Logistik dalam Memprediksi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal MSA*. **4**(1): 54-59.
- Purnomo, D. 2021. *Persamaan Diferensial*. Media Nusa Creative (MNC Publishing), Malang.

- Rasyaf, M. 2011. *Beternak Ayam Kampung*. Penebar Swadaya, Bogor.
- Rijoly, M.E., Rumlawang, F.Y., dan Tomasouw, B.P. 2022. Penerapan Metode Milne-Simpson pada Estimasi Produksi Cengkeh di Provinsi Maluku. *Jurnal Sains Unpam: Jurnal Sains dan Matematika Unpam*. **5**(1):45-54.
- Rozikin, N., Sarjana, K., Arjudin, dan Hikmah, N. 2021. Aplikasi Persamaan Diferensial Dalam Mengestimasi Jumlah Penduduk dengan Menggunakan Model Eksponensial dan Logistik. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*. **1**(1): 44-55.
- Setiawan, A. 2006. *Pengantar Metode Numerik*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Setyawan, L.A. dan Sitanggang, M. 2017. *Beternak Ayam Kampung Joper (Jowo Super)*. Agromedia Pustaka, Jakarta Selatan.
- Suryani, I., Suprianto, A., Wartono, dan Rahmadeni. 2023. Menggunakan Metode Milne-Simpson dan Adams-Bashforth-Moulton. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*. **9**(1): 27-36.
- Waluya, S.B. 2006. *Persamaan Diferensial*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zakaria, L. dan Muharramah, U. 2023. *Pengantar Metode Numerik*. Aura Publisher, Bandar Lampung.