

**PENGUJIAN KESAMAAN VEKTOR PARAMETER
REGRESI LOGISTIK BINER PADA DUA POPULASI
(Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan
Kabupaten Takalar)**

SKRIPSI



**RAHMAH NINGSIH DWIKA JULIA
H051191043**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



**PENGUJIAN KESAMAAN VEKTOR PARAMETER
REGRESI LOGISTIK BINER PADA DUA POPULASI
(Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan
Kabupaten Takalar)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

RAHMAH NINGSIH DWIKA JULIA

H051191043

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

FEBRUARI 2024



LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**PENGUJIAN KESAMAAN VEKTOR PARAMETER REGRESI
LOGISTIK BINER PADA DUA POPULASI
(Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar)**

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 15 Februari 2024



Rahmah Ningsih Dwika Julia
NIM H051191043



**PENGUJIAN KESAMAAN VEKTOR PARAMETER
REGRESI LOGISTIK BINER PADA DUA POPULASI
(Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan
Kabupaten Takalar)**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


Dr. Anna Ilamiyati, S.Si., M.Si.
NIP. 197708082005012002


Drs. Raupong, M.Si.
NIP. 196210151988101001

Ketua Program Studi



Dr. Anna Ilamiyati, S.Si., M.Si.
NIP. 197708082005012002

Pada 15 Februari 2024



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rahmah Ningsih Dwika Julia
NIM : H051191043
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Pengujian Kesamaan Vektor Parameter Regresi Logistik
Biner Pada Dua Populasi (Studi Kasus *Stunting* di
Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Drs. Raupong, M.Si. (.....)
3. Anggota : Sitti Sahriman, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Siswanto, S.Si., M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 15 Februari 2024

v



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* beserta keluarga dan para sahabatnya. *Alhamdulillahirobbil'alamin*, berkat nikmat kemudahan dan pertolongan yang diberikan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengujian Kesamaan Vektor Parameter Regresi Logistik Biner pada Dua Populasi (Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar)**" yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang senantiasa turut membantu dalam bentuk moril maupun materil sehingga dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis, Ayahanda **Suprpto** dan Ibunda **Nursiah** yang berjuang dalam memberikan dukungan serta petunjuk dalam perjalanan panjang perjuangan penulis, pengorbanan luar biasa, limpahan cinta dan kasih sayang, kesabaran hati, serta dengan ikhlas telah menemani setiap langkah penulis dengan doa dan restu mulianya. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada kakak tersayang penulis **Jerry Nur Pratomo** dan **Nur Anggreani Rahmat** serta Keponakan tersayang penulis **Meyra** dan **Nara** yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan doa terbaiknya untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta kepada keluarga besar penulis, terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan
usan juga penulis ucapkan kepada:



1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika dan selaku Pembimbing Utama penulis dengan penuh kesabaran meluangkan waktu dan pengertiannya dalam membimbing, memberikan arahan, dorongan semangat dan motivasi, serta memahami kondisi masa sulit penulis dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini.
4. **Bapak Drs. Raupong, M.Si.**, selaku Pembimbing Pertama penulis dengan penuh kesabaran meluangkan waktu dan pengertiannya dalam membimbing, memberikan arahan, dorongan semangat dan motivasi, serta memahami kondisi masa sulit penulis dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini. Serta segenap dosen pengajar dan staf Departemen Statistika yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
5. **Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si.**, selaku Penguji Pertama penulis dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk senantiasa memberikan masukan serta arahan yang membangun kepada penulis sehingga menjadikan skripsi ini lebih baik.
6. **Bapak Siswanto, S.Si., M.Si.**, selaku Penguji Kedua penulis dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk senantiasa memberikan masukan serta arahan sehingga menjadikan skripsi ini lebih baik.
7. Sahabat *Mahasiswi Santuy* **Amalia Mentari Djalumang, Andi Apridhani Mattalatta, Evi Sagita, Inda Muthmainna, Melinda Sari Wirya Putri Laode, Muharti Apriana** dan **Nur Aisyah**. Terima kasih telah menemani penulis sejak menjadi mahasiswi baru dan tetap menemani penulis hingga menyelesaikan masa studi.
8. Sahabat-Sahabat tercinta **Taicorn** dan **Sodarah-sodarah sedari SMP** serta **Suliana** dan **A. Mareza Alifda** Terima kasih atas kebersamaan, kebahagiaan, dukungan serta kebaikannya terhadap penulis.



9. Teman seperjuangan di angkatan Statistika 2019 yang telah mengisi masa perkuliahan penulis dengan banyak sekali cerita yang akan terus terkenang dalam ingatan penulis. Terkhusus kepada **Sapriadi Rasyid** dan **Seli Lisnayati** yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih atas kebaikan dan bantuannya kepada penulis sehingga dapat menuntaskan masa penyusunan skripsi dengan baik.
10. Teman-teman **KKNT 108 Takalar 02 posko Cilallang Kidz** Terima kasih atas kebaikan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menuntaskan masa penyusunan skripsi dengan baik.
11. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih setinggi-tingginya untuk segala dukungan, partisipasi, dan apresiasi yang diberikan kepada penulis.
12. Terakhir, terima kasih kepada diri saya sendiri, yang telah mampu bertahan dan tidak menyerah dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terima kasih karena telah mampu berusaha dan berjuang serta selalu berpikir positif ketika keadaan tidak berpihak, serta selalu berusaha mempercayai diri sendiri sesulit apapun pekerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Makassar, 15 Februari 2024



Rahmah Ningsih Dwika Julia



**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmah Ningsih Dwika Julia
NIM : H051191043
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

**“Pengujian Kesamaan Vektor Parameter Regresi Logistik Biner Pada Dua
Populasi (Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan Kabupaten
Takalar)”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar tanggal 15 Februari 2024.

Yang menyatakan,



(Ningsih Dwika Julia)



ABSTRAK

Stunting merupakan kondisi yang ditandai dengan kurangnya tinggi badan anak jika dibandingkan dengan anak seusianya. Kondisi *stunting* terjadi pada beberapa wilayah yang berbeda. *Stunting* diketahui memiliki karakteristik yang berbeda disetiap populasi atau wilayah. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk membandingkan antara dua wilayah yang berbeda untuk mengetahui kesamaan vektor parameter. Karena *stunting* juga ditandai dengan status gizi balita yaitu gizi baik dan gizi tidak baik, maka digunakan regresi logistik biner. Penelitian ini menggunakan metode regresi logistik biner dengan penduga parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* untuk mengetahui kesamaan vektor parameter regresi logistik biner. Untuk menguji kesamaan digunakan uji *wald* dalam menguji hipotesis tentang parameter kesamaan koefisien diantara beberapa kelompok atau wilayah. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh kesamaan vektor parameter dengan membandingkan model data *stunting* di Dua Kabupaten yaitu Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar tahun 2022. Hasil analisis yang diperoleh, diketahui bahwa dari kedua kabupaten menunjukkan bahwa secara parsial statistik *wald* (W_I) = 22,317 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;4)} = 9,487$ dan secara serentak statistik *wald* (W_{II}) = 22,317 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;8)} = 15,507$ dalam hal pengaruh vektor parameter yaitu kondisi *stunting* berdasarkan variabel Berat Lahir (x_1), Tinggi Lahir (x_2), Berat (x_3) dan Tinggi (x_4) terhadap Status Gizi. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa kedua Kabupaten tidak mempunyai kesamaan vektor parameter regresi logistik biner serta berbeda secara signifikan terhadap variabel prediktor yang diujikan.

Kata Kunci: *Maximum Likelihood Estimation, Regresi Logistik Biner, Stunting, Uji Wald, Vektor Parameter.*



ABSTRACT

Stunting is a condition characterized by a child's lack of height when compared to children his age. Stunting conditions occur in several different areas. Stunting is known to have different characteristics in each population or region. Therefore, a method is needed to compare two different regions to determine the similarity of parameter vectors. Because stunting is also characterized by the nutritional status of children, namely good nutrition and poor nutrition, binary logistic regression is used. This research uses the binary logistic regression method with parameter estimation using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method to determine the similarity of the binary logistic regression parameter vectors. To test similarity, the Wald test is used to test hypotheses about the similarity coefficient parameters between several groups or regions. The aim of this research is to obtain similar parameter vectors by comparing stunting data models in two districts, namely Maros District and Takalar District in 2022. The results of the analysis obtained show that the two districts show that partially the Wald statistic (W_I) = 22,317 is greater than $\chi^2_{(0,05;4)} = 9,487$ and simultaneously the Wald statistic (W_{II}) = 22,317 is greater than $\chi^2_{(0,05;8)} = 15,507$ in terms of the influence of the parameter vector, namely stunting conditions based on variables Birth Weight (x_1), Birth Height (x_2), Weight (x_3), and Height (x_4), on Nutritional Status. Therefore, it is concluded that the two districts do not have the same binary logistic regression parameter vector and differ significantly in the predictor variables tested.

Keywords: *Maximum Likelihood Estimation, Binary Logistic Regression, Stunting, Wald Test, Parameter Vector.*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Balakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Regresi Logistik Biner	5
2.2 Metode <i>Maximum Likelihood Estimation</i>	6
2.3 Metode <i>Newton-Raphson</i>	8
2.4 Pengujian Parameter	9
2.4.1 Pengujian Serentak	10
2.4.2 Pengujian Parsial	10
2.5 Uji Kesesuaian Model.....	11
2.6 Uji Kesamaan Vektor Parameter	12
2.7 Balita Pendek	14
METODE PENELITIAN	16
Sumber Data.....	16
Variabel Penelitian.....	16
	xii



3.3 Metode Analisis Data.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Estimasi Model Regresi Logistik Biner dengan Metode <i>Makximum Likelihood Estimation</i>	20
4.2 Kesamaan Vektor Parameter Model Data <i>Stunting</i> Menggunakan Regresi Logistik Biner	25
4.2.1 Analisis Statistik Deskriptif.....	25
4.2.2 Hubungan antara Status Gizi dengan Variabel yang Mempengaruhi pada Setiap Kabupaten	26
4.2.3 Perbandingan Kesamaan Parameter Model Regresi Logistik Biner dari Dua Kabupaten.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ambang Batas Status Gizi <i>Stunting</i> Berdasarkan Indeks.....	15
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	16
Tabel 4.1 Struktur Data Pengamatan.....	20
Tabel 4.2 Statistik Deskripsi Data Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar	26
Tabel 4.3 Pengujian Serentak	27
Tabel 4.4 Hasil Uji <i>Wald</i> Tiap-tiap Kabupaten.....	28
Tabel 4.5 Pengujian Serentak	29
Tabel 4.6 Hasil Uji <i>Wald</i> Tiap-tiap Kabupaten.....	30
Tabel 4.7 Nilai Parameter, <i>p-value</i> , dan <i>Odds Ratio</i> Model Terbaik.....	31
Tabel 4.8 Ketepatan Klasifikasi Model	33
Tabel 4.9 Pengujian Parameter secara Serentak.....	35
Tabel 4.10 Uji Kesesuaian Model	36
Tabel 4.11 Penduga Parameter dan Standar <i>Error</i> untuk Model Logit.....	36
Tabel 4.12 Statistik Uji <i>Wald</i> Hipotesis I.....	37
Tabel 4.13 Statistik Uji <i>Wald</i> Hipotesis II.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data *Stunting* untuk Kabupaten Maros 46

Lampiran 2. Data *Stunting* untuk Kabupaten Takalar..... 47

Lampiran 3. Hasil Model Regresi Logistik Biner untuk Masing-Masing
Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar 48

Lampiran 4. Pengujian Parameter Secara Serentak Kabuapten Maros dan
Kabupaten Takalar..... 49

Lampiran 5. Pengujian Parameter Secara Parsial Kabuapten Maros dan
Kabupaten Takalar..... 50

Lampiran 6. Pengujian Parameter Kembali Secara Serentak Kabuapten Maros
dan Kabupaten Takalar 51

Lampiran 7. Pengujian Parameter Kembali Secara Parsial Kabuapten Maros dan
Kabupaten Takalar..... 52

Lampiran 8. Model Terbaik Regresi Logistik Biner 53

Lampiran 9. Ketepatan Klasifikasi Model 54

Lampiran 10. Uji Kesesuain Model 55

Lampiran 11. *Sintax* dan *Output* untuk Nilai Matriks Varian Kovarian Kedua
Kabupaten..... 56

Lampiran 12. *Sintax* dan *Output* Perbandingan Uji Kesamaan Vektor Parameter
Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar 57



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Balakang

Analisis regresi merupakan analisis statistika yang digunakan untuk menyelidiki pola hubungan fungsional antara variabel prediktor terhadap variabel respon (Purnaraga dkk., 2020). Pada model regresi ini digunakan variabel yang berskala kontinu dan diskrit. Apabila variabel respon dengan skala kontinu dan berdistribusi normal maka digunakan model regresi linier klasik. Adapun untuk jenis variabel respon berskala diskrit atau kategori, dapat dianalisis menggunakan metode regresi logistik (Muliati, 2018). Regresi logistik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon yang memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih variabel prediktor. Salah satu bentuk dari regresi logistik yaitu regresi logistik biner (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Regresi logistik biner dilakukan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon yang bersifat *dichotomus* yaitu berskala nominal dengan variabel prediktor yang berskala kategori atau kontinu (Patunduk dkk., 2022). Variabel *dichotomus* atau biner adalah variabel yang hanya mempunyai dua kategori misalnya, ya dan tidak, baik dan buruk, tinggi dan rendah, ataupun sukses dan gagal.

Penerapan regresi logistik dapat secara luas pada berbagai bidang seperti kesehatan, ekonomi, teknik, manajemen, ilmu pertanian, sosial, dan sebagainya. Data dengan sifat kualitatif banyak dijumpai dalam berbagai bidang. Permasalahannya tidak hanya melibatkan satu populasi saja, tetapi terjadi pada beberapa populasi yang berbeda. Oleh sebab itu, Barmana (2008) mengembangkan pengujian kesamaan parameter beberapa populasi dengan regresi linier. Untuk menguji kesamaan dari dua model dengan fungsi *link* yang tidak linier, digunakan Uji *Wald* (Gudicha dkk., 2017). Uji *Wald* digunakan untuk menguji hipotesis tentang parameter kesamaan koefisien logit dari suatu model dan menunjukkan bahwa Uji *Wald* berguna dalam menguji kesamaan koefisien logit diantara kelompok atau wilayah (Liao, 2004).

beberapa penelitian sebelumnya yang membahas mengenai regresi logistik dan pengujian kesamaan diantaranya Fitrah dkk., (2021) yang membahas



regresi logistik biner untuk pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi status daerah di Indonesia. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Khairunnisa dkk., (2022) menggunakan regresi logistik biner untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Jawa Barat. Serta penelitian lainnya diantaranya adalah Diana (2009) mengenai uji kesamaan vektor parameter model linier multivariat dengan studi kasus faktor-faktor yang mempengaruhi IPM tahun 2007. Fatimah (2010) yang meneliti kesamaan vektor parameter pada beberapa model regresi logistik ordinal dengan studi kasus faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat dan Sumatera Utara pada tahun 2007. Puspita dkk., (2013) membahas mengenai model probit spasial pada faktor-faktor yang mempengaruhi klasifikasi IPM di Pulau Jawa dengan mengkaji penaksir parameter dan pengujian penaksir parameter yang diaplikasikan pada data klasifikasi IPM di Pulau Jawa. Serta penelitian lainnya, yaitu Yanti (2013) juga membahas mengenai pengujian kesamaan beberapa model regresi non linier geometri.

Salah satu permasalahan yang ada di berbagai daerah di Indonesia yang menjadi perhatian khusus oleh pemerintah adalah balita pendek atau *stunting*. *Stunting* merupakan masalah gizi kronis pada balita yang ditandai dengan tinggi badan yang lebih pendek dibandingkan dengan anak seusianya (Sutarto, 2018). Secara global, kurang lebih 144 juta anak balita menderita *stunting* (WHO, 2020). Menurut data *World Health Organization* (WHO), Indonesia termasuk ke dalam negara ketiga dengan prevalensi tertinggi dengan rata-rata prevalensi balita *stunting* di Indonesia tahun 2005-2017 sebanyak 36,4% (Kemenkes, 2018). Tingginya prevalensi *stunting* dalam jangka yang panjang berdampak pada kerugian ekonomi bangsa Indonesia, serta meningkatkan angka kematian bayi dan anak akan menjadi rentan terhadap penyakit (Munthe, 2022).

Kasus *stunting* di Provinsi Sulawesi Selatan memiliki angka *stunting* dengan risiko tinggi, maupun rendah. Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) Kementerian Kesehatan, prevalensi *stunting* di Sulawesi Selatan mencapai 27,2% pada tahun 2020 dan menurun sebesar 0,2% dari tahun sebelumnya. Pada 2021, tercatat prevalensi *stunting* di provinsi ini sebesar 27,4%. Provinsi Sulawesi Selatan



menduduki peringkat ke-10 prevalensi *stunting* tertinggi di Indonesia. Pada tahun 2022, terdapat 14 Kabupaten/kota dengan prevalensi *stunting* di atas rata-rata angka provinsi. Dua diantara Kabupaten/kota yang memiliki risiko kasus *stunting* cukup tinggi yaitu dengan prevalensi *stunting* Kabupaten Maros mencapai 30,1% dan Kabupaten Takalar mencapai 31,3%. Salah satu indikator untuk mengetahui seorang anak *stunting* atau normal adalah dengan melihat Berat Badan berdasarkan Tinggi Badan (BB/TB). BB/TB adalah rasio antara berat badan anak dan tinggi badan anak. Selain itu, *stunting* bisa diukur dengan status gizi untuk mengetahui seorang anak mengalami gizi baik atau gizi tidak baik (Febrianti dkk., (2019).

Kondisi *stunting* berdasarkan hasil survei diketahui bahwa setiap wilayah memiliki kerekeristik yang berbeda. Karena kondisi *stunting* bervariasi di setiap wilayah atau dalam dua data Kabupaten/kota yang berbeda, maka dilakukan pengujian vektor parameter. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kondisi *stunting* di kedua wilayah yang dapat dijelaskan oleh parameter yang diujikan, dengan memperhatikan kesamaan dalam hal variabel prediktor yang digunakan. Sehingga, berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dalam penelitian ini dikembangkan mengenai pengujian kesamaan parameter dari regresi logistik biner. Penelitian ini diaplikasikan pada data kasus *stunting* yang ada di Sulawesi Selatan pada tahun 2022 dengan menggunakan dua populasi yaitu Kabupaten Takalar dan Kabupaten Maros. Oleh karena itu, penulis mengajukan judul **“Pengujian Kesamaan Vektor Parameter Regresi Logistik Biner Pada Dua Populasi Studi Kasus *Stunting* di Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana estimasi uji kesamaan vektor parameter regresi logistik biner dengan metode *Maximum Likelihood Estimation*?
2. Bagaimana kesamaan vektor parameter model data *stunting* yang diterapkan di

Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar dengan menggunakan regresi logistik biner?



1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah uji kesamaan parameter menggunakan dua data yang berbeda yaitu data *stunting* di Kabupaten Takalar dan Kabupaten Maros tahun 2022. Selain itu, model regresi logistik biner dengan parameter regresi ditaksir menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan pengujian dilakukan pada seluruh parameter, termasuk konstanta.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh estimasi uji kesamaan vektor parameter regresi logistik biner dengan *Maximum Likelihood Estimation*.
2. Memperoleh kesamaan vektor parameter model data *stunting* yang diterapkan di Kabupaten Maros dan Kabupaten Takalar dengan menggunakan regresi logistik biner.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penulisan ini yaitu dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam pemodelan regresi khususnya regresi model logistik biner. Serta mampu menjelaskan pengujian dan inferensi kesamaan vektor parameter model regresi logistik biner. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan mengenai penggunaan ilmu statistika kepada masyarakat luas secara nyata dibidang kesehatan, khususnya permasalahan mengenai *stunting* di Sulawesi Selatan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Logistik Biner

Analisis regresi logistik adalah suatu metode statistika yang diterapkan untuk memodelkan variabel respon yang bersifat kategori (skala nominal atau ordinal) berdasarkan satu atau lebih variabel prediktor yang dapat berupa variabel kategori maupun kontinu (skala interval atau rasio). Apabila variabel respon terdiri dari dua kategori maka metode regresi logistik yang bisa digunakan yaitu regresi logistik biner (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

Model regresi logistik biner termasuk dalam sebaran keluarga Eksponensial. Sebaran keluarga eksponensial yang dimaksud adalah sebaran Bernoulli, yaitu sebaran dari peubah acak yang hanya mempunyai 2 kategori yaitu 0 dan 1 (Islamiyati, 2015). Variabel respon pada regresi logistik biner terdiri 2 kategori, misalkan $y = 1$ yang menyatakan hasil yang diperoleh adalah sukses dan $y = 0$ menyatakan hasil yang diperoleh gagal maka regresi logistik tersebut menggunakan regresi logistik biner (Alwi dkk, 2018). Karena variabel y hanya memiliki dua kategori, maka variabel y tersebut mengikuti distribusi Bernoulli (Hosmer dan Lemeshow, 2000) dengan fungsi probabilitas:

$$f(y_i) = [\pi(x_i)]^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i}; y = 0,1 \quad (2.1)$$

Menurut Hosmer dan Lemeshow (2000), regresi logistik adalah metode yang memperlihatkan hubungan antara variabel respon yang bersifat kategorik dengan variabel prediktor. Model regresi logistik biner digunakan dalam menganalisis hubungan antara satu variabel respon (y) dengan satu atau lebih variabel prediktor (x). Adapun bentuk model regresi logistiknya sebagai berikut:

$$\pi(x_i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip})} = \frac{\exp(x_i' \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(x_i' \boldsymbol{\beta})} \quad (2.2)$$

dengan:

$\pi(x_i)$: Probabilitas kejadian yang diakibatkan oleh variabel prediktor.

Vektor variabel prediktor ($x_i, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$)

Vektor parameter variabel prediktor ($\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$)



Apabila pada Persamaan (2.2) merupakan fungsi non-linear maka perlu dilakukan transformasi ke dalam bentuk logit, sehingga logit dari $\pi(x_i)$ adalah (Suhendra dkk., 2020):

$$g(x_i) = \ln\left(\frac{\pi(x_i)}{1 - \pi(x_i)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} \quad (2.3)$$

dengan:

$\pi(x_i)$: Peluang kejadian sukses pada pengamatan ke- i

$g(x_i)$: Nilai estimasi logit

β_j : Parameter ($j = 1, 2, \dots, p$)

x_{ij} : Nilai pengamatan ke- i pada variabel ke- j

2.2 Metode *Maximum Likelihood Estimation*

Pengertian paling umum metode maksimum *likelihood* menghasilkan nilai untuk parameter yang tidak diketahui yang memaksimalkan kemungkinan memperoleh kumpulan data teramati (Safitri, 2019). Salah satu metode yang umumnya digunakan untuk mendapatkan estimator pada regresi logistik yaitu metode estimasi *likelihood* maksimum *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang diperkenalkan oleh R.A Fisher (Aldrich, 1997). Metode MLE digunakan untuk mengestimasi parameter β dengan cara memaksimalkan fungsi *likelihood* dan mensyaratkan bahwa data harus mengikuti suatu distribusi tertentu (Hosmer dan Lemeshow, 1989). Pada regresi logistik, setiap pengamatan mengikuti distribusi Bernoulli sehingga dapat ditentukan fungsi *likelihood* (Agresti, 2002), yaitu:

$$\begin{aligned} L(\beta) &= \prod_{i=1}^n f(y_i) \\ &= \prod_{i=1}^n [\pi(x_i)]^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \left(\frac{\exp(x_i' \beta)}{1 + \exp(x_i' \beta)} \right)^{y_i} \left(\frac{1}{1 + \exp(x_i' \beta)} \right)^{1-y_i} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
L(\boldsymbol{\beta}) &= \left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right)^{\sum_{i=1}^n y_i} \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right)^{\sum_{i=1}^n (1-y_i)} \\
&= \pi(\mathbf{x}_i)^{\sum_{i=1}^n y_i} (1 - \pi(\mathbf{x}_i))^{\sum_{i=1}^n (1-y_i)} \tag{2.4}
\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai $\boldsymbol{\beta}$ dengan memaksimalkan nilai fungsi *likelihood* digunakan bentuk logaritma natural (\ln) dari fungsi *likelihood*, yang kemudian disebut fungsi *log-likelihood* (Sirait dan Efensi, 2013), sehingga dapat ditulis Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
\ell &= \ln L(\boldsymbol{\beta}) \\
&= \ln \left[\pi(\mathbf{x}_i)^{\sum_{i=1}^n y_i} (1 - \pi(\mathbf{x}_i))^{\sum_{i=1}^n (1-y_i)} \right] \\
&= \ln \left[\left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right)^{\sum_{i=1}^n y_i} \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right)^{\sum_{i=1}^n (1-y_i)} \right] \\
&= \sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) + \sum_{i=1}^n (1 - y_i) \ln \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) \\
&= \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) + (1 - y_i) \ln \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) + \ln \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) - y_i \ln \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n \left[\ln \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right) + y_i \ln \left(\frac{\left(\frac{\exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})} \right)}{\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})}} \right) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n [0 - \ln(1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})) + y_i(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})] \\
\ell &= \sum_{i=1}^n [-\ln(1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})) + y_i(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})]
\end{aligned}$$

Oleh karena itu, fungsi *log-likelihood* dapat dinyatakan pada Persamaan (2.5) sebagai berikut:

$$\ell = \sum_{i=1}^n [-\ln(1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})) + y_i(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})] \tag{2.5}$$



Persamaan (2.5) diturunkan terhadap parameter $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ dan disamakan dengan nol, sehingga diperoleh persamaan (2.6):

$$\frac{\partial \ell}{\partial \beta} \Big|_{\beta = \hat{\beta}} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n x_i' \left(y_i - \frac{\exp(x_i' \hat{\beta})}{1 + \exp(x_i' \hat{\beta})} \right) = 0 \tag{2.6}$$

Sebagaimana diketahui bahwa estimasi parameter melalui metode MLE adalah melakukan turunan parsial fungsi *log-likelihood* terhadap parameter yang akan diestimasi. Akan tetapi, turunan parsial pertama dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter yang akan diestimasi merupakan fungsi yang tidak linear. Estimasi parameter dari persamaan regresi tidak bisa diselesaikan dengan analitik sehingga, dilakukan metode numerik untuk memperoleh estimasi parameternya (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Metode numerik yang dipergunakan adalah metode iterasi *Newton Raphson*. Menurut Agresti (2002), metode *Newton-Raphson* merupakan metode iterasi untuk menyelesaikan persamaan yang tidak linier.

2.3 Metode Newton-Raphson

Metode *Newton-Raphson* digunakan apabila langkah menaksir parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* menghasilkan fungsi *log-likelihood* yang non-linier untuk mendapatkan estimasi parameter (Burhan & Jaya, 2018). Metode *Newton-Raphson* menghitung nilai $\hat{\beta}$ dari β yang memaksimumkan fungsi $g(\beta)$. Misalkan $q' = \left(\frac{\partial g}{\partial g_1}, \frac{\partial g}{\partial g_2}, \dots \right)$, dan misalkan H adalah matriks yang mempunyai elemen $h_{ab} = \partial^2 g / \partial \beta_a \partial \beta_b$. Misalkan $q^{(t)}$ dan $H^{(t)}$ dievaluasi pada $\beta^{(t)}$ pada waktu t untuk $\hat{\beta}$. $g(\beta)$ adalah pendekatan untuk $\beta^{(t)}$ oleh dua bentuk awal deret Taylor,

$$Q^{(t)}(\beta) = g(\beta^{(t)}) + q^{(t)'}(\beta - \beta^{(t)}) + \left(\frac{1}{2}\right)(\beta - \beta^{(t)})' H^{(t)}(\beta - \beta^{(t)}) \tag{2.7}$$

Penyelesaian $\partial Q^{(t)} / \partial \beta = q^{(t)} + H^{(t)}(\beta - \beta^{(t)}) = 0$ untuk β sebagai
 duaan selanjutnya adalah:

$$\beta^{(t+1)} = \beta^{(t)} - (H^{(t)})^{-1} q^{(t)} \tag{2.8}$$



dengan mengamsusikan $\mathbf{H}^{(t)}$ adalah nonsingular dan merupakan matriks turunan parsial kedua dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter yang akan diestimasi. sedangkan $\mathbf{q}^{(t)}$ adalah turunan parsial pertama dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter yang akan diestimasi.

Persamaan (2.8) digunakan sebagai panduan dalam proses iterasi *Newton-Raphson*. Iterasi akan berhenti jika terpenuhi kondisi konvergen, yaitu selisih $\|\boldsymbol{\beta}^{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}\| \leq \boldsymbol{\varepsilon}$, dengan $\boldsymbol{\varepsilon}$ adalah bilangan yang sangat kecil.

Langkah-langkah metode iterasi *Newton-Raphson* untuk mendapatkan nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ sebagai berikut:

1. Masukkan nilai $\boldsymbol{\beta}_{(0)}$ yang diperoleh dari metode kuadrat terkecil (OLS)

$$\boldsymbol{\beta}_{(0)} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}$$

Kemudian masukkan $\boldsymbol{\beta}_{(0)}$ pada Persamaan (2.2) untuk mendapatkan $\pi(x_i)$

2. Berdasarkan nilai $\pi(x_i)$ maka dapat diperoleh nilai vektor $\mathbf{u}_{(0)}$ dan mantriks $\mathbf{H}_{(0)}$.
3. Untuk $m > 0$ dengan menggunakan

$$\boldsymbol{\beta}_{(1)} = \boldsymbol{\beta}_{(0)} - \mathbf{H}_{(0)}^{-1} \mathbf{u}_{(0)}$$

Nilai $\boldsymbol{\beta}_{(1)}$ digunakan untuk mencari $\pi_1(x_i)$ sehingga diperoleh nilai $\mathbf{u}_{(1)}$ dan $\mathbf{H}_{(1)}$.

Kemudian diperoleh nilai $\boldsymbol{\beta}_{(2)}$, dan seterusnya untuk setiap j sampai mencapai

$$|\beta_j^{(m+1)} - \beta_j| < \varepsilon_0$$

ε_0 adalah tingkat ketelitian $\varepsilon_0 \approx 0$

2.4 Pengujian Parameter

Pengujian parameter dalam regresi logistik dilakukan untuk mengetahui parameter yang terdapat di dalam model berpengaruh secara signifikan atau tidak.

Pengujian signifikansi ini dilakukan secara serentak dan parsial (Hosmer dan Lemeshow, 2000).



2.4.1 Pengujian Serentak

Pengujian signifikansi secara serentak dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor secara bersama-sama mempengaruhi model atau tidak. Pengujian secara serentak dilakukan menggunakan uji rasio *likelihood*, dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$, (Tidak ada pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon)

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_j \neq 0$, $j = 1, 2, \dots, p$ (Minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon)

Statistik uji:

$$G = -2 \ln \left(\frac{\ell_0}{\ell_1} \right) = -2(\ell_0 - \ell_1) \sim \chi^2_{(\alpha; p)} \quad (2.9)$$

dengan:

ℓ_0 : Nilai *likelihood* tanpa variabel prediktor ($(\ell_0 = P(\text{data}|\text{model nol}))$)

ℓ_1 : Nilai *likelihood* dengan variabel prediktor ($(\ell_1 = P(\text{data}|\text{model}))$ alternatif))

Statistik uji G mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas p , untuk p adalah banyaknya variabel prediktor dalam model. H_0 ditolak jika G lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha; p)}$ atau p - *value* kurang dari α (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

2.4.2 Pengujian Parsial

Untuk pengujian parsial, signifikansi parameter model regresi logistik dapat menggunakan uji wald (Lea, 1997). Hasil dari uji *wald* ini akan menunjukkan suatu variabel prediktor signifikan atau layak untuk masuk dalam model atau tidak.

$H_0: \beta_j = 0$,

$H_1: \beta_j \neq 0$, $j = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji yang digunakan adalah statistik Wald

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right)^2 \sim \chi^2_{(1; \alpha)} \quad (2.10)$$



dengan $\hat{\beta}_j$ merupakan penduga parameter β_j dan $SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_j)}$ atau standar error dari β_j .

Tolak H_0 , apabila W lebih besar dari $\chi^2_{(1,\alpha)}$ atau p - value kurang dari α .

2.5 Uji Kesesuaian Model

Dalam regresi logistik untuk menguji kesesuaian model digunakan uji *Hosmer and Lemeshow (Goodness of Fit Test)*. Uji ini dilakukan untuk menguji hipotesis nol untuk mendapatkan bukti bahwa data empiris yang digunakan sesuai dengan model (Hosmer and Lemeshow, 1980). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Model sesuai (tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil prediksi model)

H_1 : Model tidak sesuai (terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil prediksi model)

Pengujian dilakukan menggunakan uji *Hosmer and Lemeshow* dengan rumus sebagai berikut:

$$\hat{C} = \sum_{s=1}^g \frac{(O_s - n'_s \bar{\pi}_s)^2}{n'_s \bar{\pi}_s (1 - \bar{\pi}_s)} \sim \chi^2_{(\alpha; g-2)} \quad (2.11)$$

dengan:

O_s : Jumlah sampel kejadian sukses pada kelompok ke- s

$\bar{\pi}_s$: Rata-rata taksiran probabilitas sukses kelompok ke- s

n'_s : Total sampel kelompok ke- s

g : Banyaknya kelompok

$\sum_{s=1}^g n'_s = n$, dengan $s : 1, 2, \dots, g$.

Kriteria keputusannya adalah H_0 tolak jika $\hat{C} > \chi^2_{(\alpha; g-2)}$, dengan $\chi^2_{(\alpha; g-2)}$ nilai yang diperoleh pada tabel *Chi-square* dengan tingkat signifikansi (α) dan $db = g - 2$.



2.6 Uji Kesamaan Vektor Parameter

Misalkan model logit untuk G kelompok pengamatan (dengan perbandingan telah dipisahkan ke dalam kelompok, $u_1 = 1, 2, \dots, v_1$, $u_2 = v_1 + 1, \dots, v_2$, $u_s = v_{G-1} + 1, \dots, s$). Untuk menguji kesamaan di antara G (dengan g dari 1 sampai G) sekumpulan koefisien (Liao, 2004):

$$L_R = \prod_{u=1}^s \hat{\ell}_u(y, \hat{\beta}) = \hat{L}(\hat{\beta}) \quad (2.12)$$

dan

$$L_V = \left(\prod_{u_1=1}^{v_1} \hat{\ell}_u(y, \hat{\beta}_1) \right) \left(\prod_{u_2=v_1+1}^{v_2} \hat{\ell}_u(y_u, \hat{\beta}_2) \right) \dots \left(\prod_{u_G=v_{G-1}+1}^s \hat{\ell}_u(y_u, \hat{\beta}_g) \right) \quad (2.13)$$

$$= \hat{L}(\hat{\beta}_1) \hat{L}(\hat{\beta}_2) \dots \hat{L}(\hat{\beta}_g)$$

dengan $\hat{\ell}_u(\cdot)$ merupakan kontribusi terhadap *likelihood* untuk kasus ke- u . Pada baris pertama Persamaan (2.12) memberikan batasan bahwa semua β_g adalah sama, dan baris kedua mengurangi konstrain (Liao, 2002). Model pada baris pertama mengestimasi hanya satu vektor parameter β untuk seluruh sampel, sementara model pada baris kedua mengestimasi sebuah vektor parameter β untuk tiap-tiap kelompok observasi pada sampel. Untuk menguji kesamaan parameter, statistik uji rasio *likelihood* (*likelihood ratio test*) dapat dibentuk dengan membuat rasio baris kedua terhadap baris pertama dengan Persamaan (2.13). Perbandingan berpasangan merupakan kasus khusus dari Persamaan (2.13) dengan dua grup observasi dilibatkan dalam waktu yang bersamaan.

Untuk menguji kesamaan koefisien secara parsial di antara G kelompok dapat dinyatakan dengan hipotesis:

$$H_0: \beta_g = \beta_{g^*}$$

$$H_1: \beta_g \neq \beta_{g^*}, \text{ dengan } g \neq g^* \quad g = 1, 2, \dots, G$$

Statistik uji yang digunakan adalah statistik Wald (Liao, 2004):

$$W_I = (\hat{\beta}_g - \hat{\beta}_{g^*})' [var(\hat{\beta}_g) + var(\hat{\beta}_{g^*}) - 2 cov(\hat{\beta}_g, \hat{\beta}_{g^*})]^{-1} (\hat{\beta}_g - \hat{\beta}_{g^*}) \quad (2.14)$$

karena wilayah g dan g^* saling bebas atau independen, maka $cov(\hat{\beta}_g, \hat{\beta}_{g^*}) = 0$,



$$W_I = (\hat{\beta}_g - \hat{\beta}_{g^*})' [var(\hat{\beta}_g) + var(\hat{\beta}_{g^*})]^{-1} (\hat{\beta}_g - \hat{\beta}_{g^*}) \quad (2.15)$$

dengan $var(\hat{\beta}_g)$, merupakan estimasi matriks varian-kovarian untuk koefisien dan $\hat{\beta}_g = (\hat{\beta}_{01}, \hat{\beta}_{02}, \dots, \hat{\beta}_p)'$ merupakan vektor koefisien yang mengandung seluruh parameter yang diestimasi untuk kelompok wilayah g .

H_0 ditolak apabila W_I lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha;p)}$ dengan p menunjukkan banyaknya variabel prediktor pada model.

Hipotesis yang bisa digunakan untuk menduga perbandingan sembarang kelompok signifikan secara serentak adalah

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_G$$

$$H_1 : \theta_g \neq \theta_{g^*} \text{ atau paling sedikit ada satu } \theta_g \text{ yang tidak sama}$$

dengan syarat $\theta_g = \beta_g - \beta_{g^*}$ sehingga, hipotesis tersebut identik dengan perbandingan antara $\beta_1 = \beta_2, \beta_1 = \beta_3, \dots$, dan $\beta_1 = \beta_G; \beta_2 = \beta_1; \beta_2 = \beta_3, \dots$, dan $\beta_2 = \beta_G; \dots; \beta_1 = \beta_G, \beta_2 = \beta_G, \dots$, dan $\beta_{G-1} = \beta_G$

Statistik uji yang digunakan (berdasarkan perbandingan 1 dan 2, 1 dan 3, ..., dan 1 dan G) adalah statistik *Wald* (Liao, 2004):

$$W_{II} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} var(\hat{\beta}_1) + var(\hat{\beta}_2) & cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3) & \dots & cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G) \\ cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) & var(\hat{\beta}_1) + var(\hat{\beta}_3) & \dots & cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) & cov(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G, \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3) & \dots & var(\hat{\beta}_1) + var(\hat{\beta}_G) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_3 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_G \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Statistik uji pada Persamaan (2.16) menunjukkan bentuk untuk menguji perbandingan antara kelompok wilayah 1 dan masing-masing kelompok wilayah 2 hingga G . Statistik uji untuk perbandingan yang lainnya adalah identik. Dengan kata lain, akan ada G buah statistik uji untuk menguji perbandingan antar kelompok wilayah secara serentak. Jika terdapat dua kelompok wilayah, maka statistik ujinya

W_{II} berdasarkan perbandingan 1 dan 2 yaitu ditunjukkan pada Persamaan itu:



$$W_{II} = [\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2]' \quad (2.17)$$

H_0 ditolak apabila W_{II} lebih besar dari $\chi^2_{(p_1+p_2+\dots+p_G)}$ untuk p_1 sampai dengan p_G masing-masing menunjukkan banyaknya variabel prediktor pada model pertama sampai dengan model yang ke- G .

2.7 Balita Pendek

Balita pendek (*Stunting*) merupakan penyakit kurang gizi kronis yang ditimbulkan karena kurangnya asupan gizi untuk waktu yang lama, sebagai akibatnya menyebabkan gangguan pertumbuhan pada anak yaitu tinggi badan anak lebih rendah ataupun pendek dari standar usianya (Kemenkes, 2018). Secara teori dijelaskan bahwa pada usia tersebut dampak berat badan lahir terhadap *stunting* terbesar yaitu pada usia 6 bulan awal serta akan menurun sampai usia 2 tahun (Rohmah & Arifah, 2021). Banyak faktor yang menyebabkan penyakit *stunting*, diantaranya adalah asupan makan, penyakit infeksi, berat badan lahir, panjang badan lahir, riwayat ASI eksklusif, riwayat imunisasi, sanitasi lingkungan, pengetahuan ibu mengenai gizi dan status ekonomi keluarga (Yuniarti dkk., 2019)

World Health Organization (WHO) telah mengumpulkan data prevalensi balita *stunting*, dan menyimpulkan bahwa Indonesia merupakan negara dengan prevalensi tertinggi ketiga di regional Asia Tenggara, dengan rata-rata prevalensi 36,4% di tahun 2005-2017 (Kemenkes, 2018). Prevalensi balita sangat pendek usia 0-59 bulan di Indonesia tahun 2017 adalah 9,8% sedangkan prevalensi balita pendek usia 0-59 bulan adalah 19,8%. Salah satu indikator untuk mengetahui apakah seorang anak *stunting* atau normal adalah dengan melihat Berat Badan berdasarkan Tinggi Badan (BB/TB).

Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) pada tahun 2021 yang dilaksanakan Kementerian Kesehatan, angka prevalensi *stunting* di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 24,4% atau menurun 3,3% dari angka 27,7% pada tahun 2019. Di Indonesia salah satu provinsi yang memiliki angka prevalensi *stunting* cukup tinggi adalah provinsi Sulawesi Selatan sebesar 6,2% berdasarkan BB/TB.

Penelitian ini menggunakan dua populasi yaitu Kabupaten Takalar dan Kabupaten dengan prevalensi *stunting* sebesar 10,7% dan 9,9% berdasarkan BB/TB.



Adapun klasifikasi status gizi *stunting* berdasarkan indikator berat badan berbanding tinggi badan (BB/TB) yaitu:

Tabel 2.1 Ambang Batas Status Gizi *Stunting* Berdasarkan Indeks

Kategori Status Gizi	Ambang Batas (<i>z-score</i>)
Gizi buruk	$< -3 SD$
Gizi kurang	$-3 SD$ sampai $< -2 SD$
Gizi baik	$-2 SD$ sampai $+1 SD$
Resiko gizi lebih	$> +1 SD$ sampai $+2 SD$
Gizi lebih	$> +2 SD$ sampai $+3 SD$
Obesitas	$> +3 SD$

Untuk menentukan klasifikasi status gizi *stunting* digunakan standar deviasi (SD) atau *z-score* sebagai batas ambang. Nilai *z-score* yaitu nilai simpangan berat badan atau tinggi badan dari nilai berat badan atau tinggi badan normal baku pertumbuhan WHO. Ketika hasil dari pengukuran tersebut dibawah normal, maka secara fisik baduta akan lebih pendek dibandingkan baduta seumurannya dengan menggunakan perhitungan *z-score* dari WHO.

