

Pemodelan Spasial Bayesian dalam Menentukan Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Stunting di Provinsi Sulawesi Selatan

Aswi Aswi^{1, a)}, Sukarna Sukarna²

¹Program Studi Statistika, Universitas Negeri Makassar

²Jurusan Matematika, Universitas Negeri Makassar

^{a)} aswi@unm.ac.id

Abstrak. Indonesia merupakan negara dengan prevalensi balita stunting yang tinggi. Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kasus stunting yang cukup tinggi adalah Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian mengenai kasus stunting dan faktor penyebabnya telah dilakukan. Namun, penelitian tersebut belum mengimplementasikan model Bayesian spasial Conditional Autoregressive (CAR). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kejadian stunting di Provinsi Sulawesi Selatan dengan mengimplementasikan berbagai model Bayesian spasial CAR Leroux tanpa kovariat dan dengan memasukkan kovariat dalam model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik dalam memodelkan kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 adalah model Bayesian spasial CAR Leroux dengan hyperprior Inverse-Gamma $IG(0,5;0,0005)$ dengan memasukkan kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang. Persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang berpengaruh positif terhadap kejadian stunting. Semakin tinggi persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan dengan gizi kurang di suatu wilayah, semakin tinggi risiko stunting di wilayah tersebut. 50% kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berada dalam kategori risiko tinggi stunting. Kota Parepare merupakan kota dengan nilai risiko relatif (RR) tertinggi stunting, diikuti oleh Kabupaten Toraja dan Enrekang. Sebaliknya, Kabupaten Wajo merupakan kabupaten dengan RR terendah, diikuti oleh Kabupaten Luwu Timur dan Bone.

Kata Kunci: Stunting, Bayesian, spasial CAR, Leroux

Abstract. Indonesia is a country with a high prevalence of stunting. One of the provinces in Indonesia that has a fairly high number of stunting cases is South Sulawesi Province. Research on stunting cases and their causes has been done. However, these researches have not implemented the Bayesian Spatial Conditional Autoregressive (CAR) model. This study aims to determine the factors that influence the incidence of stunting in South Sulawesi Province by implementing various Bayesian spatial CAR Leroux models with and without covariates included in the model. The results showed that the best model for modeling stunting cases in South Sulawesi Province in 2020 is the Bayesian spatial CAR Leroux model with hyperprior Inverse-Gamma $IG(0.5;0.0005)$ by including the covariates of the percentage of poverty and the percentage of children under five 0-59 months of malnutrition. The percentage of poverty and the percentage of children under five 0-59 months of malnutrition have a positive effect on the incidence of stunting. The higher the percentage of poverty and the percentage of children aged 0-59 months with malnutrition in an area, the higher the risk of stunting in that area. 50% of districts/cities in South Sulawesi Province are in the high-risk category of stunting. Parepare City is the city with the highest Relative Risk (RR) value for stunting, followed by Toraja and Enrekang Regencies. On the other hand, Wajo Regency is the district with the lowest RR, followed by Luwu Timur and Bone Regencies.

Keywords: Stunting, Bayesian, spatial CAR, Leroux

PENDAHULUAN

Balita pendek dan sangat pendek (stunting) merupakan masalah status gizi pada anak yang didasarkan pada indeks tinggi badan menurut umur (TB/U). World Health Organization (WHO) melaporkan bahwa sekitar 144 juta anak balita di dunia menderita stunting (WHO, 2020), dan menyimpulkan bahwa Indonesia termasuk negara dengan prevalensi tertinggi ketiga di wilayah regional Asia Tenggara dengan rata-rata prevalensi 36,4% (2005-2017) (Kemenkes, 2018). Di Indonesia, prevalensi balita pendek usia 0-59 bulan pada tahun 2018 adalah 19,3% sedangkan prevalensi balita sangat pendek usia 0-59 bulan adalah 11,5%.

Sejak tahun 2013 hingga 2019, persentase balita stunting usia 0-59 bulan (pendek dan sangat pendek) di Indonesia berfluktuasi, akan tetapi persentasenya cenderung menurun. Pada tahun 2013 persentasenya mencapai 37,2%, lalu menurun pada tahun 2014 (28,9%), tetapi kemudian mengalami sedikit peningkatan pada tahun 2015 (29,0%). Tahun 2016 hingga 2018, terjadi peningkatan persentase kasus stunting di Indonesia yaitu 27,5% (tahun 2016), 29,6% (tahun 2017) dan 30,8% (tahun 2018). Namun, pada tahun 2019, persentase stunting mengalami penurunan (27,7%) (Kemenkes, 2021).

Pada tahun 2018, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan provinsi dengan persentase tertinggi kasus stunting pada balita 0-59 bulan (42,70%), diikuti oleh Provinsi Sulawesi Barat (41,60%), Provinsi Aceh (37,10%) dan Provinsi Sulawesi Selatan. Provinsi Sulawesi Selatan merupakan provinsi dengan persentase tertinggi keempat kasus stunting (35,70%) pada tahun 2018. Sebaliknya, DKI Jakarta merupakan Provinsi dengan persentase stunting terendah (30,80%) (Kemenkes, 2020). Sedangkan pada tahun 2019, persentase kasus stunting secara umum mengalami peningkatan. Provinsi NTT masih merupakan provinsi dengan persentase tertinggi kasus stunting pada balita 0-59 bulan (43,82%), diikuti oleh Provinsi Sulawesi Barat (40,38%), dan Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) (37,85%), sedangkan Provinsi Sulawesi Selatan merupakan provinsi dengan persentase tertinggi kesebelas (30,59) (Kemenkes, 2020). Pada tahun 2020, total balita 0-59 bulan di Provinsi Sulawesi Selatan yang diukur tinggi badannya adalah 547.067 dengan total balita stunting adalah 60.183 (11,00%).

Penelitian mengenai kasus stunting dan faktor penyebabnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satu hasil penelitian dinyatakan bahwa kekurangan gizi pada anak (Cumming & Cairncross, 2016), kekurangan gizi pada ibu (Black et al., 2013) merupakan faktor penyebab stunting. Selanjutnya, penyebab kejadian stunting pada anak di Indonesia telah diteliti melalui *literature review* (Beal, Tumilowicz, Sutrisna, Izwardy, & Neufeld, 2018) yang menemukan bahwa beberapa faktor penyebab stunting di Indonesia diantaranya adalah pemberian Air Susu Ibu (ASI) noneksklusif selama 6 bulan pertama, status sosial ekonomi rumah tangga yang rendah, kelahiran premature, serta tingkat pendidikan ibu yang rendah (Beal et al., 2018). Selanjutnya, ditemukan bahwa risiko stunting bagi anak laki-laki jauh lebih tinggi dari anak perempuan di Indonesia (Beal et al., 2018). Penerapan model Bayesian spasial *Conditional Autoregressive* (CAR) yang bersifat robust (Duncan, Cramb, Aitken, Mengersen, & Baade, 2019) belum diterapkan pada penelitian tersebut. Pengimplementasian model spasial CAR dalam penaksiran risiko relatif (RR) sudah dilakukan seperti kasus Covid-19 (Aswi, Mauliyana, Tiro, & Bustan, 2022; Aswi & Sukarna, 2022; Tiro, Aswi, & Rais, 2021a, 2021b), kasus tuberkulosis (Aswi, Sukarna, & Nurhilalayah, 2021; Sukarna, Wahyuni, & Syam, 2021), kasus demam berdarah dengue di Kota Makassar (Aswi, Cramb, Duncan, & Mengersen, 2020).

Salah satu penelitian yang telah mengimplementasikan model Bayesian spasial CAR Leroux dalam menaksir RR kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan menyimpulkan bahwa model terbaik dalam pemodelan RR kasus stunting di provinsi tersebut adalah model Bayesian spasial CAR Leroux dengan menggunakan hyperprior $IG(0,5; 0,0005)$ (Aswi, Sukarna, & Nurhilalayah, 2022). Hasil penelitian mereka menemukan bahwa Kabupaten Toraja dan Kabupaten Gowa masing masing merupakan wilayah dengan RR stunting tertinggi dan terendah. Akan tetapi, penelitian tersebut belum memasukkan faktor kovariat dalam model. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kejadian stunting di Provinsi Sulawesi Selatan dengan mengimplementasikan berbagai model Bayesian spasial CAR Leroux tanpa kovariat dan dengan memasukkan kovariat dalam model.

METODE PENELITIAN

Data

Beberapa data sekunder digunakan dalam penelitian ini yaitu: data jumlah balita (0-59 bulan) yang tinggi badannya diukur tahun 2020; data jumlah balita stunting tahun 2020 di 24 kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang diperoleh dari publikasi Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 (Dinkes, 2021).

Data kasus stunting dianalisis dengan menggunakan model Bayesian spasial CAR Leroux dengan menggunakan kovariat dan tanpa kovariat. Data kovariat yang digunakan pada penelitian ini adalah persentase kemiskinan, persentase pemberian ASI eksklusif, dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang yang juga diperoleh dari dari publikasi Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 (Dinkes, 2021).

Model CAR Leroux

Model CAR Leroux merupakan model yang memuat satu komponen spasial terstruktur u_i yang menggabungkan prior normal dan prior CAR. Banyaknya kasus stunting (y_i) pada setiap kabupaten/kota $i = 1, \dots, 24$ diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dengan nilai rata-rata sama dengan perkalian nilai ekspektasi kasus stunting (E_i) dengan risiko relatifnya (θ_i). Perhitungan nilai ekspektasi kasus stunting diperoleh dengan menggunakan formula berikut:

$$E_i = \frac{\sum_i y_i}{\sum_i n_i} n_i$$

n_i adalah banyaknya balita 0-59 bulan yang diukur tinggi badannya pada tahun 2020 di setiap kabupaten/kota ke $i = 1, \dots, 24$.

Model yang digunakan secara lengkap dituliskan sebagai berikut:

$$y_i \sim \text{Poisson}(E_i \theta_i)$$

$$\log(\theta_i) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + u_i$$

dimana

α adalah keseluruhan risiko relatif;

β_1 , β_2 dan β_3 adalah masing-masing koefisien dari kovariat persentase kemiskinan (X_1), persentase pemberian ASI eksklusif (X_2) dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang (X_3);

u_i merupakan efek acak spasial terstruktur yang dimodelkan sebagai berikut:

$$(u_i | u_k, i \neq k, \tau_u^2) \sim N\left(\frac{\rho \sum_k u_k \omega_{ik}}{\rho \sum_k \omega_{ik} + 1 - \rho}, \frac{\tau_u^2}{\rho \sum_k \omega_{ik} + 1 - \rho}\right)$$

Nilai spasial dependensi ρ dapat bervariasi diantara nol dan satu. Apabila nilai $\rho = 1$, maka diperoleh model *intrinsic* CAR (ICAR), dan apabila nilai $\rho = 0$, maka diperoleh model independen. ω_{ik} merupakan matrik pembobot spasial yang didefinisikan dengan menggunakan matrik spasial pembobot biner (Waller & Gotway, 2004) dengan matrik pembobot ketetanggaan orde satu yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\omega_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{jika wilayah } i \text{ dan } k \text{ saling bertetangga} \\ 0 & \text{jika wilayah } i \text{ dan } k \text{ tidak saling bertetangga} \end{cases}$$

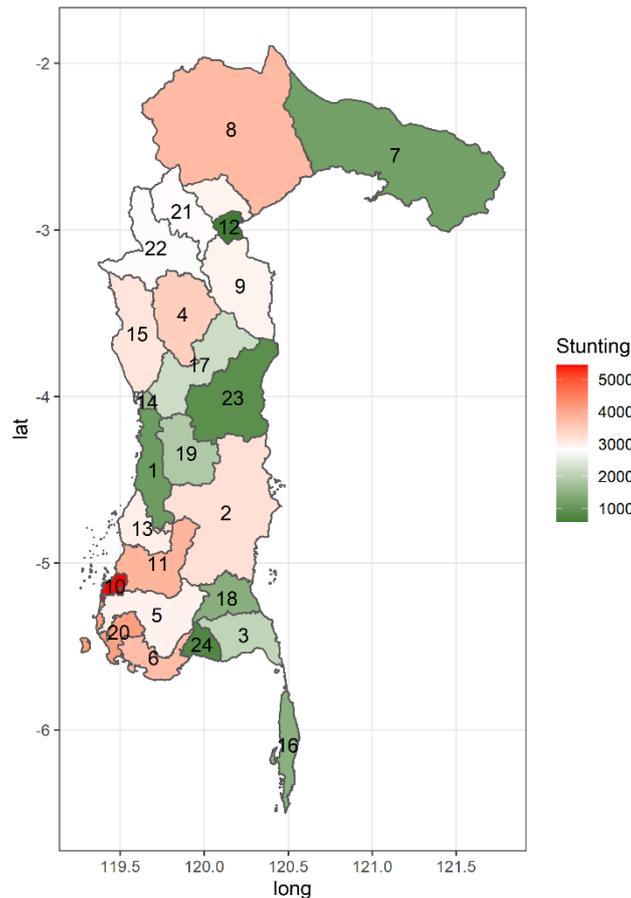
Dua hyperprior untuk τ_u^2 pada CAR Leroux diimplementasikan yaitu Invers-Gamma (1; 0,01), dan Invers-Gamma (0,5; 0,0005). Kombinasi model tanpa kovariat dan dengan kovariat digunakan untuk memilih model terbaik dalam pemodelan kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan.

Parameter model diestimasi menggunakan Paket CARBayes versi 5.2.5 (Lee, 2013) pada software R versi 4.1.2 (R Core Team, 2019). Algoritma *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC) digunakan untuk memperoleh distribusi posterior yang didasarkan pada 12.000 iterasi dengan 20.000 MCMC sampel setelah burn-in 8.000. *Trace plot* digunakan untuk pengecekan kekonvergenan parameter model. Model kombinasi dibandingkan dengan menggunakan beberapa kriteria pemilihan model terbaik yaitu: (1) *Deviance Information Criteria* (DIC) (Spiegelhalter, Best, Carlin, & Van Der Linde, 2002), (2) *Watanabe Akaike Information Criteria* (WAIC) (Watanabe, 2010), (3) residual Modified Moran's *I* (MMI) (Aswi, Cramb, Duncan, & Mengersen, 2021; Carrijo & Da Silva, 2017), dan (4) 95% interval kredibel posterior tidak memuat nol. Selain itu, statistik Moran's *I* (Moran, 1950) dan MMI untuk data jumlah kasus stunting juga dilakukan untuk mengecek ada tidaknya autokorelasi spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

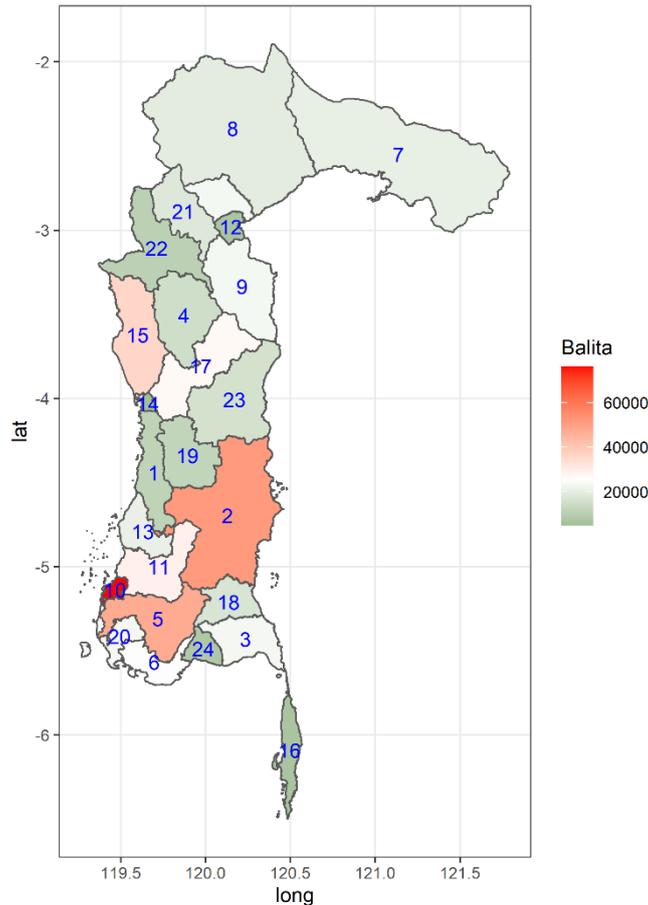
Analisis Deskriptif

Sebanyak 547.067 total balita 0-59 bulan yang diukur di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020 dengan rata-rata balita di setiap kabupaten/kota yang diukur adalah 22.794, median 19.845, dan standar deviasi 16.398. Selanjutnya, sebanyak 60.183 total kasus balita stunting di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020 yang jumlahnya lebih tinggi dari tahun 2019 (53.421), dengan rata-rata 2.508 yang juga lebih tinggi dari tahun 2019 (2.226), median 2.782, dan standar deviasi 1.240,65. Peta banyaknya kasus stunting di setiap kabupaten/kota Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan peta banyaknya balita 0-59 bulan yang diukur tinggi badannya dapat dilihat Gambar 2.



GAMBAR 1. Peta Kasus Stunting di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020

Kota Makassar (ID=10), Kabupaten Takalar (ID=20), dan Kabupaten Maros (ID=11) merupakan tiga kota/kabupaten dengan kasus stunting tertinggi berturut-turut 5.443, 4.102, dan 3.815 kasus. Warna merah yang semakin gelap di dalam peta (Gambar 1) menunjukkan semakin tinggi kasus stunting. Sebaliknya, Kota Palopo (ID=12), Kabupaten Bantaeng (ID=24) dan Kabupaten Wajo (ID=23) merupakan tiga kota/kabupaten dengan kasus stunting terendah berturut-turut 572, 766 dan 878 kasus. Warna hijau yang semakin tua di dalam peta (Gambar 1) menunjukkan semakin rendah kasus stunting di wilayah tersebut.



GAMBAR 2. Peta Banyaknya Balita 0-59 bulan yang Tinggi Badannya Diukur di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020

Berdasarkan Gambar 2 diperoleh bahwa Kota Makassar (ID=10), Kabupaten Bone (ID=2), dan Kabupaten Gowa (ID=5) merupakan tiga kota/kabupaten dimana banyaknya balita 0-59 bulan yang diukur tinggi badannya terbanyak berturut-turut 76.131, 51.599, dan 47.502 balita. Sebaliknya, Kota Parepare (ID=14), Kabupaten Selayar (ID=16) dan Kota Palopo (ID=12) merupakan tiga kota/kabupaten dimana banyaknya balita 0-59 bulan yang diukur tinggi badannya tersedikit berturut-turut 4.901, 6.404, dan 6.752 balita.

Nilai Moran's I dan Modified Moran's I (MMI)

Nilai statistik Moran's I adalah 0,21, dengan nilai ekpektasi dan nilai variansi masing masing adalah -0,04 dan 0,02. Nilai p-value = 0,026, lebih kecil dari $\alpha=0,05$ yang berarti bahwa ada autokorelasi spasial yang positif pada kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan. Selain statistik Moran's I , nilai Moran's I yang dimodifikasi juga dihitung, yang nilainya adalah 0,43.

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik didasarkan pada empat kriteria yaitu DIC, WAIC, residual MMI, dan 95% interval kredibel posterior yang tidak memuat nol. Nilai DIC, WAIC, residual MMI dan 95% interval kredibel posterior untuk model Bayesian CAR Leroux dengan hyperprior IG(1; 0,01) dan IG(0,5; 0,0005) ditampilkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Nilai DIC, WAIC, Residual MMI dan Posterior Credible Interval (CI) untuk setiap model

Hyperprior	Model	DIC	WAIC	Residual MMI	Posterior CI		
					2,5%	97,5%	
IG(1, 0.01)	M1	Tanpa kovariat	278,34	272,31	-0,28	-	-
	M2	Kemiskinan*	277,86	271,26	-0,32	0,09	0,36
	M3	ASI	277,82	270,94	-0,12	-0,22	0,18
	M4	Gizi kurang*	278,15	271,98	-0,13	0,32	0,48
	M5	Kemiskinan*+ ASI	277,89	271,51	-0,46	0,13	0,32
	M6	Kemiskinan*+ Gizi Kurang*	277,68	271,37	-0,34	0,04	0,26
	M7	ASI+ Gizi Kurang*	277,54	271,09	-0,16	0,39	0,54
	M8	Kemiskinan*+ ASI+ Gizi Kurang*	277,92	272,14	-0,37	0,04	0,25
IG(0,5; 0,0005)	M9	Tanpa kovariat	278,53	272,31	-0,09	-	-
	M10	Kemiskinan*	277,86	271,22	-0,48	0,07	0,40
	M11	ASI*	278,24	271,88	-0,59	-0,19	-0,02
	M12	Gizi kurang*	277,33	270,79	-0,34	0,34	0,55
	M13	Kemiskinan*+ ASI	278,36	272,38	-0,56	0,03	0,21
	M14	Kemiskinan*+ Gizi Kurang*	277,53	271,06	-0,17	0,01	0,19
	M15	ASI+ Gizi Kurang*	277,81	271,65	-0,31	0,30	0,49
	M16	Kemiskinan*+ ASI+ Gizi Kurang*	278,25	272,44	-0,44	0,08	0,22

*95% interval kredibel posterior tidak memuat nol

Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai DIC untuk keseluruhan model (M1-M16) relatif sama yaitu berkisar antara 277 dan 278. Nilai WAIC untuk keseluruhan model juga relatif sama yang berkisar antara 270 dan 272. Akan tetapi, nilai residual MMI cukup bervariasi yang berkisar antara -0,1 dan -0,59. Model M12 memiliki nilai DIC (277,33) dan WAIC (270,79) terkecil dan 95% interval kredibel posterior untuk kovariat persentase balita 0-59 bulan gizi kurang tidak memuat nol. Sedangkan model M14 dengan memasukkan kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang, memiliki nilai DIC (277,53) dan nilai WAIC (271,06) yang relatif sama dengan model M12. Pada Model M14, 95% interval kredibel posterior untuk kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang, tidak memuat nol. Terkait nilai residual MMI, Model M14 memiliki nilai residual MMI (-0,17) yang lebih mendekati nol dari Model M12 (-0,34). Oleh karena itu, berdasarkan keempat kriteria pemilihan model terbaik yang digunakan, model terbaik dalam memodelkan kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 adalah model Bayesian spasial CAR Leroux dengan hyperprior IG(0,5;

0,0005) dengan memasukkan kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang. Jadi, dapat disimpulkan bahwa faktor yang signifikan mempengaruhi kejadian stunting adalah persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang. Faktor persentase kemiskinan berpengaruh positif terhadap kejadian stunting. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi persentase kemiskinan, semakin tinggi risiko stunting. Selanjutnya, faktor persentase balita 0-59 bulan gizi kurang juga berpengaruh positif terhadap kejadian stunting. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi presentasi balita 0-59 bulan gizi kurang, semakin tinggi risiko stunting. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Cumming and Cairncross (2016).

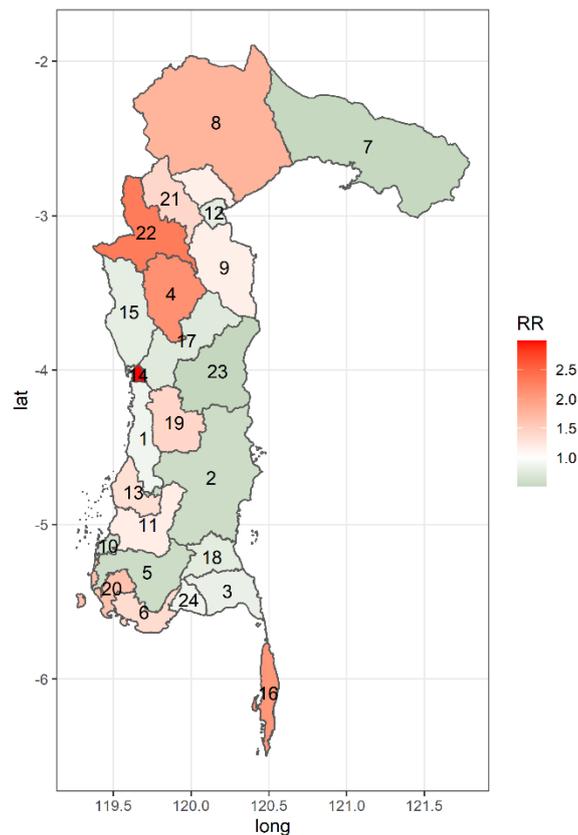
Nilai RR dihitung berdasarkan model terbaik yang terpilih. Banyaknya kasus stunting, banyaknya balita 0-59 bulan yang tinggi badannya diukur tahun 2020, serta nilai RR berdasarkan model terbaik (Model M14) dipaparkan dalam Tabel 2.

TABEL 2. Banyaknya Kasus Stunting, Balita 0-59 bulan tahun 2020 dan Nilai RR menggunakan Model Terbaik (Model M14)

ID	Kabupaten/Kota	Kasus Stunting	Balita 0-59 Bulan	RR
1	Barru	1100	11304	0,88
2	Bone	3214	51599	0,57
3	Bulukumba	2063	22862	0,82
4	Enrekang	3455	14804	2,12
5	Gowa	2961	47502	0,57
6	Jeneponto	3693	24755	1,36
7	Luwu Timur	1171	20459	0,52
8	Luwu Utara	3735	19230	1,77
9	Luwu	2956	22975	1,17
10	Makassar	5443	76131	0,65
11	Maros	3815	29224	1,19
12	Palopo	572	6752	0,78
13	Pangkep	3009	20708	1,32
14	Parepare	1610	4901	2,98
15	Pinrang	3139	36221	0,79
16	Selayar	1445	6404	2,06
17	Sidrap	2197	27011	0,74
18	Sinjai	1422	16934	0,76
19	Soppeng	1872	11914	1,42
20	Takalar	4102	22912	1,63
21	Toraja Utara	2821	18127	1,41
22	Toraja	2744	10775	2,31
23	Wajo	878	15668	0,51
24	Bantaeng	766	7895	0,88

Berdasarkan Tabel 2, Kota Parepare merupakan kota dengan nilai RR tertinggi stunting (RR=2,98). Kabupaten/kota yang memiliki RR di atas rata-rata (RR > 1) adalah sebanyak 12 daerah yaitu Kota Parepare (RR=2,98), diikuti oleh Kabupaten Toraja (RR=2,31), Kabupaten Enrekang (RR=2,12), Kabupaten Selayar (RR=2,06), Kabupaten Luwu Utara (RR=1,77), Kabupaten Takalar (RR=1,63), Kabupaten Soppeng (RR=1,42), Kabupaten

Toraja Utara (RR=1,41), Kabupaten Jeneponto (RR=1,36), Kabupaten Pangkep (RR=1,32), Kabupaten Maros (RR=1,19) dan Kabupaten Luwu (RR=1,17). Keduabelas kota/kabupaten tersebut merupakan daerah dengan risiko tinggi stunting. Sehingga dapat disimpulkan bahwa 50% wilayah di provinsi Sulawesi Selatan berada dalam kategori risiko tinggi stunting. Sebaliknya, wilayah yang memiliki risiko stunting terendah adalah Kabupaten Wajo (RR=0,51), diikuti oleh Kabupaten Luwu Timur (RR=0,52), Kabupaten Bone (RR=0,57), Kabupaten Gowa (RR=0,57), Kota Makassar (RR=0,65) serta tujuh wilayah lainnya. Untuk lebih jelasnya, peta tematik RR kasus stunting di 24 kabupaten/kota berdasarkan model terbaik (Model M14) yaitu model Bayesian spasial CAR Leroux dengan hyperprior $IG(0,5; 0,0005)$ dengan memasukkan kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang divisualisasikan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Peta RR Stunting menggunakan Model M14

Berdasarkan Gambar 3, kabupaten/kota yang memiliki RR tertinggi adalah Kota Parepare (ID=14) ditandai dengan warna merah paling tua dalam peta. RR tertinggi kedua dan ketiga adalah masing-masing Kabupaten Toraja (ID=22), dan Kabupaten Enrekang (ID=4). Sebaliknya, wilayah yang memiliki RR terendah ditandai dengan warna hijau paling tua yaitu Kabupaten Wajo (ID=23). RR tertinggi kedua dan ketiga adalah masing-masing Kabupaten Luwu Timur (ID=7) dan Kabupaten Bone (ID=2).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini merekomendasikan untuk menggunakan beberapa kriteria dalam pemilihan model terbaik terutama ketika melibatkan kovariat dalam model. Direkomendasikan juga untuk menggunakan beberapa hyperprior. Model terbaik dalam pemodelan kasus stunting di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 adalah model Bayesian spasial CAR Leroux dengan hyperprior $IG(0,5;0,0005)$ dengan memasukkan kovariat persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang. Faktor yang signifikan mempengaruhi kejadian stunting adalah persentase kemiskinan dan persentase balita 0-59 bulan gizi kurang. Faktor persentase kemiskinan berpengaruh positif terhadap kejadian stunting. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi persentase kemiskinan di suatu wilayah, semakin tinggi risiko stunting di wilayah tersebut. Selanjutnya, faktor persentase balita 0-59 bulan gizi kurang juga berpengaruh positif terhadap kejadian stunting, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi persentase persentase balita 0-59 bulan dengan gizi kurang, semakin tinggi risiko stunting. 50% kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berada dalam kategori risiko tinggi stunting. Kota Parepare merupakan kota dengan nilai RR tertinggi stunting, diikuti oleh Kabupaten Toraja, dan Kabupaten Enrekang. Sebaliknya, Kabupaen Wajo merupakan kabupaten dengan RR terendah, diikuti oleh Kabupaten Luwu Timur dan Kabupaten Bone.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswi, A., Cramb, S., Duncan, E., & Mengersen, K. (2020). Evaluating the impact of a small number of areas on spatial estimation. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 39-39. doi:10.1186/s12942-020-00233-1
- Aswi, A., Cramb, S., Duncan, E., & Mengersen, K. (2021). Detecting Spatial Autocorrelation for a Small Number of Areas: a practical example. *Journal of physics. Conference series*, 1899(1), 12098. doi:10.1088/1742-6596/1899/1/012098
- Aswi, A., Mauliyana, A., Tiro, M. A., & Bustan, M. N. (2022). Relative Risk Of Coronavirus Disease (Covid-19) In South Sulawesi Province, Indonesia: Bayesian Spatial Modeling. *Media Statistika*, 14(2), 158-169. doi:10.14710/medstat.14.2.158-169
- Aswi, A., & Sukarna, S. (2022). Factors Affecting the Covid-19 Risk in South Sulawesi Province, Indonesia: A Bayesian Spatial Model. *Inferensi*, 5(1), 51-58.
- Aswi, A., Sukarna, S., & Nurhilaliyah. (2021). Pemetaan Kasus Tuberkulosis di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020 Menggunakan Model Bayesian Spasial BYM dan Leroux. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, Vol. 4 No. 2, 114 – 123.
- Aswi, A., Sukarna, S., & Nurhilaliyah. (2022). Pemetaan Risiko Relatif Kasus Stunting di Provinsi Sulawesi Selatan. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(1), 11-20.
- Beal, T., Tumilowicz, A., Sutrisna, A., Izwardy, D., & Neufeld, L. M. (2018). A review of child stunting determinants in Indonesia. *Maternal and child nutrition*, 14(4), e12617-n/a. doi:10.1111/mcn.12617
- Black, R. E. P., Victora, C. G. P., Walker, S. P. P., Bhutta, Z. A. P., Christian, P. P., de Onis, M. M. D., . . . Uauy, R. P. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet (British edition)*, 382(9890), 427-451. doi:10.1016/S0140-6736(13)60937-X

- Carrijo, T. B., & Da Silva, A. R. (2017). Modified Moran's I for Small Samples. *Geographical Analysis*, 49(4), 451-467. doi:10.1111/gean.12130
- Cumming, O., & Cairncross, S. (2016). Can water, sanitation and hygiene help eliminate stunting? Current evidence and policy implications: Water, sanitation and hygiene, and stunting. *Maternal and child nutrition*, 12, 91-105. doi:10.1111/mcn.12258
- Dinkes, P. S. S. (2021). Sulsel Tanggap COVID-19. Retrieved from <https://covid19.sulselprov.go.id/data>
- Duncan, E. W., Cramb, S. M., Aitken, J. F., Mengersen, K. L., & Baade, P. D. (2019). Development of the Australian Cancer Atlas: spatial modelling, visualisation, and reporting of estimates. *International Journal of Health Geographics*, 18(1), 21-21. doi:10.1186/s12942-019-0185-9
- Kemendes. (2018). *Situasi Balita Pendek (Stunting) di Indonesia* (K. K. R. Indonesia Ed.).
- Kemendes. (2020). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2019*. Jakarta.
- Kemendes. (2021). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020*. Jakarta.
- Lee, D. (2013). CARBayes: an R package for Bayesian spatial modeling with conditional autoregressive priors. *Journal of Statistical Software*, 55(13), 1-24.
- Moran, P. A. P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1-2), 17. doi:10.1093/biomet/37.1-2.17
- R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>
- Spiegelhalter, D. J., Best, N. G., Carlin, B. P., & Van Der Linde, A. (2002). Bayesian measures of model complexity and fit. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B, Statistical methodology*, 64(4), 583-639. doi:10.1111/1467-9868.00353
- Sukarna, S., Wahyuni, M. S., & Syam, R. (2021). Comparison of Bayesian Spatio-temporal Models of Tuberculosis in Makassar, Indonesia. *Journal of physics. Conference series*, 2123(1), 12048. doi:10.1088/1742-6596/2123/1/012048
- Tiro, M. A., Aswi, A., & Rais, Z. (2021a). Association of Population Density and Distance to the City with the Risks of COVID-19: A Bayesian Spatial Analysis. *Journal of physics. Conference series*, 2123(1), 12001. doi:10.1088/1742-6596/2123/1/012001
- Tiro, M. A., Aswi, A., & Rais, Z. (2021b). *Perbandingan Model Bayesian Spasial Conditional Autoregressive (CAR): Kasus Covid-19 di Kota Makassar, Indonesia*. Paper presented at the Seminar Nasional Hasil Penelitian 2021, Makassar.
- Waller, L. A., & Gotway, C. A. (2004). *Applied spatial statistics for public health data* Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.
- Watanabe, S. (2010). Asymptotic Equivalence of Bayes Cross Validation and Widely Applicable Information Criterion in Singular Learning Theory. *Journal of Machine Learning Research*, 11, 3571-3594.
- WHO. (2020). *Levels and trends in child malnutrition: UNICEF/WHO/The World Bank Group joint child malnutrition estimates: key findings of the 2020 edition*. Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240003576>