

M-8

BAYESIAN SPASIAL VARYING COEFFICIENT MODEL DALAM MENAKSIR RESIKO RELATIF PENYAKIT DIARE DI KOTA BANDUNG

I Gede Nyoman Mindra Jaya¹⁾, Bertho Tantular²⁾, Zulhanif³⁾

^{1,2,3)}Departemen Statistika FMIPA UNPAD

jay.komang@gmail.com, berthotantular@gmail.com, dzulhanif@yahoo.com

Abstrak

Penyakit diare masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia khususnya di Kota Bandung. karena morbiditas dan mortalitas-nya yang masih tinggi. Pemodelan regresi Poisson Global dinilai kurang tepat digunakan dalam memodelkan data diare yang memiliki karakteristik spasial yang meliputi ketergantungan spasial dan heterogenitas spasial. Model yang diusulkan adalah model Bayesian Spatial Varying Coefficient Model (SVCMM) sebagai pendekatan untuk menyelesaikan adanya pelanggaran asumsi karena adanya karakteristik spasial. Hasil analisis menemukan bahwa pemodelan regresi poisson kurang tepat digunakan untuk memodelkan angka kasus diare di Kota Bandung dikarenakan adanya pelanggaran asumsi homoskedastisitas. Pemodelan SVCMM menyimpulkan menginformasikan adanya efek spasial yang berbeda untuk setiap kecamatan di Kota Bandung sehingga memberikan informasi yang lebih lengkap bagaimana kontribusi dari masing-masing variabel Kepadatan Penduduk, PHBS, Rumah Sehat, Gizi Buruk dan Air Bersih berpengaruh terhadap angka kasus diare di masing-masing kecamatan di Kota Bandung.

Kata Kunci: Bayesian, Diare, SVCMM

1. PENDAHULUAN

Diare merupakan kondisi dimana seseorang kehilangan cairan tubuh dan elektrolit yang berlebihan melalui feses, ditandai dengan bertambahnya frekuensi defekasi lebih dari tiga kali dalam sehari disertai perubahan konsistensi tinja menjadi cair, dengan/tanpa darah dan lendir (Suraatmaja dan Sudaryat. 2007). Penyakit diare menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat khususnya Balita. Penyakit ini memiliki sifat menular dengan penularan yang sangat cepat pada kondisi lingkungan padat penduduk dan perilaku hidup sehat yang rendah (Wiharto dan Hilmi, 2015).

Penyakit diare masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia dan juga dunia, karena morbiditas dan mortalitas-nya yang masih tinggi. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Subdit Diare, Departemen Kesehatan dari tahun 2000 s/d 2010 menunjukkan adanya peningkatan angka insidensi Diare. Pada tahun 2000 IR penyakit Diare 301/ 1000 penduduk, tahun 2003 naik menjadi 374 /1000 penduduk, tahun 2006 naik menjadi 423 /1000 penduduk dan tahun 2010 menjadi 411/1000 penduduk. Tidak hanya angka insidensi yang meningkat namun Kejadian Luar Biasa (KLB) diare juga masih sering terjadi, dengan Case Fatality Rate (CFR) yang masih tinggi. Tercatat pada tahun 2008 terjadi KLB di 69 Kecamatan dengan jumlah kasus 8133

orang, kematian 239 orang (CFR 2,94%). Tahun 2009 terjadi KLB di 24 Kecamatan dengan jumlah kasus 5.756 orang, dengan kematian 100 orang (CFR 1,74%), sedangkan tahun 2010 terjadi KLB diare di 33 kecamatan dengan jumlah penderita 4204 dengan kematian 73 orang (CFR 1,74 %) (Dinas Kesehatan RI, 2011).

Kota Bandung sebagai ibu kota Jawa Barat dengan jumlah penduduk yang tinggi dimana rata-rata kepadatan penduduknya pada tahun 2015 mencapai 16.377 penduduk/km² juga bermasalah dengan penyakit diare. Menurut data Dinas Kesehatan Kota Bandung, terjadi trend penurunan angka kejadian diare dari tahun 2010 sampai tahun 2015. Namun demikian angka kasus ini masih dipandang tinggi dengan rata-rata mencapai 57.536 kasus setiap tahunnya.



Sumber: Diolah dari data Dinas Kesehatan Kota Bandung

Gambar 1. Angka Kejadin Diare di Kota Bandung Periode 2010-2015

Upaya preventif diperlukan untuk penanggulangan penyebaran penyakit diare di Kota Bandung salah satu caranya adalah dengan melakukan deteksi dini terhadap resiko relatif penyakit diare dimasing-masing kecamatan di kota Bandung dan mengakaji faktor-faktor. Untuk tujuan tersebut pendekatan epidemiologi dan dan satatistik dapat dijadikan salah satu pijakan.

Studi epidemiology membahas bagaimana suatu penyakit terjadi, bagaimana pola penyebaran dan faktor apa saja yang menjadi penyebab semakin tingginya angka kasus satu penyakit (Elliott dan Wartenberg, 2004). Sedangkan studi statistik melalui model linear melakukan kajian berbagai faktor yang menjelaskan variabel response.

Pemodelan linear khususnya model regresi seringkali memberikan hasil yang keliru jika diterapkan untuk memodelkan data-data spasial. Hal ini disebabkan adanya dua karakteristik data spasial yang umumnya muncul pada data yaitu ketergantungan spasial dan heterogenitas spasial (Anselin, 1988). Adanya kedua karakteristik ini menyebabkan taksiran parameter yang diperoleh menjadi berbias dan tidak efisien.

Kedua permasalahan ini dapat diatasi dengan melakukan pemodelan Bayesian Spasial Varying Coefficient Model (BCAR-VCM). Model VCM adalah yang dikembangkan untuk mengatasi adanya heterogenitas spasial dan adanya depedensi spasial dalam datanya (Congdon, 2013).

2. METODE PENELITIAN

a. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data diare di Kota Bandung tahun 2015 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Bandung. Variabel yang diamati meliputi:

Tabel 1. Variabel Penelitian

No.	Variabel	Satuan
1.	Angka Kasus Diare	Orang
2.	Kepatan Penduduk	Orang/Km ²
3.	Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)	Persentase (%)
4.	Rumah Sehat	Persentase (%)
5.	Gizi Buruk	Persentase (%)
6.	Air Bersih	Persentase (%)

b. Model

Model regresi Poisson Global tidak cukup baik diterapkan untuk kasus data spasial sehingga perlu dilakukan pengembangan model yang mengakomodasi adanya efek spasial yaitu ketergantungan spasial dan heterogenitas spasial. Model regresi yang telah dikembangkan adalah Geographical Weighted Regression (GWR). Namun model ini hanya mampu mengakomodasi permasalahan heterogenitas spasial (Fotheringham dan Charlton, 2002). Pendekatan lain dikembangkan oleh Congdon (2013) mengakomodasi efek ketergantungan spasial pada komponen errornya melalui pendekatan Bayesian Laplace yang dikenal dengan Spatial Varying Coefficient Model (SVCM). Model SVCM menghasilkan koefisien regresi yang berbeda antara lokasi (s_{1i}, s_{2i}) dengan parameter model $\beta_k(s_{1i}, s_{2i})$, menyatakan koefisien regresi untuk kovariate ke- k ; $k = 1, 2, \dots, K$ pada lokasi ke- i dengan (s_{1i}, s_{2i}) menyatakan kordinat lokasi. Parameter β_0 konstan untuk semua lokasi. Pemodelan dilakukan dengan menggabungkan parameter regresi yang sama untuk semua lokasi γ_k dan parameter regresi spasial yang bervariasi untuk setiap lokasi b_{ki} .

Angka kasus diare diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dengan rata-rata $E_i\mu_i$ sebagai berikut:

$$y_i(s_{1i}, s_{2i}) \sim \text{Poisson}(E_i\mu_i) \quad (1)$$

Dengan E_i menyatakan harapan angka kasus pada lokasi ke- i dan μ_i menyatakan resiko relatif pada lokasi ke- i . Resiko relatif μ_i dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$\mu_i = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1i} + \gamma_2 x_{2i} + \dots + \gamma_K x_{Ki} + b_{1i} x_{1i} + b_{2i} x_{2i} + \dots + b_{Ki} x_{Ki} \quad (2)$$

Dengan spasial trend linear dimodelkan sebagai berikut :

$$b_{ki} = s_{1i} \delta_{1k} + s_{2i} \delta_{2k} ; k = 1, 2, \dots, K \quad (3)$$

Terdapat $3K + 1$ parameter yang harus ditaksir : intersep, efek tetap regresi, dan $2K$ parameter trend linear δ_{1k} dan δ_{2k} . Kombinasi non spasial dan spasial efek dari x_k menghasilkan parameter regresi yang bervariasi untuk masing-masing lokasi.

$$\beta_{ki} = \gamma_k + b_{ki} \quad (4)$$

Taksiran parameter rata-rata untuk semua lokasi adalah :

$$\beta_{ki} = \gamma_k + B_k \quad (5)$$

dengan B_k adalah rata-rata parameter regresi spasial $B_k = \frac{b_{ki}}{n}$

Dalam SVCM parameter b_{ki} diasusikan sebagai random variabel yang mengakomodasi adanya ketergantungan spasial dan heterogenitas spasial. Pada kasus penyakit menular, diasumsikan bahwa distribusi peluang bersyarat b_{ki} bergantung pada nilai dari observasi selain dari lokasi ke- i dengan peluang $P(b_{ki} | \mathbf{b}_{k(-i)})$ dimana $\mathbf{b}_{k(-i)}$ menyatakan vector semua efek acak selain observasi pada lokasi ke- i (Waller and Gotway, 2004). Pada penelitian ini mengasumsikan bahwa distribusi peluang bersyaratnya adalah Gaussian sehingga model Conditional autoregression (CAR) untuk menaksir resiko relatif adalah (Maiti, 1998).

$$E(b_{ki} | \mathbf{b}_{k(-i)}, j \in S_i) = \mu_i + \sum_{j \in S_i} C_{ij} h_i(\mathbf{b}_{k(-i)} - \mu_i), \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

dengan S_i menyatakan himpunan lokasi yang bersinggungan dengan lokasi ke- i , $\beta_i = \ln \theta_i$, dan μ_i menunjukkan rata-ratan resiko relatif pada lokasi ke- i dengan varians $V(b_{ki} | \mathbf{b}_{k(-i)}) = \tau^{-2}$. Sehingga dapat dituliskan:

$$b_{ki} | \mathbf{b}_{k(-i)} \sim N \left(\frac{\sum_{j=1}^m w_{ij} \mathbf{b}_{k(-i)}}{\sum_{j=1}^m w_{ij}}, \frac{\tau^2}{\sum_{j=1}^m w_{ij}} \right) \quad (7)$$

Untuk menaksir parameter model SVCM digunakan pendekatan Bayesian dengan metode numeric yang lebih dikenal dengan metode Integrated Nested Laplace Approximation (INLA)

c. INLA

Integrated Nested Laplace Approximation (INLA) merupakan pendekatan baru dalam metode Bayesian. Metode INLA sebagai alternative solusi yang lebih cepat dalam menaksir distribusi posterior yang selama ini menggunakan pendekatan MCMC. INLA juga merupakan nama package di R.

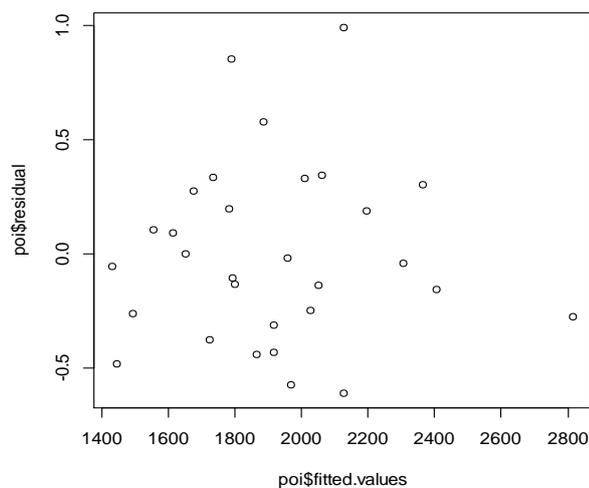
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pemodelan dengan SVCM terlebih dahulu dilakukan pemodelan dengan analisis regresi Poisson untuk mengetahui ada tidaknya pelanggaran asumsi homoskedastisitas berdasarkan plot residualnya.

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Poisson

Call: glm(formula = Kasus ~ KP + PHBS + RS + GB + AB, family = "poisson", data = DATA)				
Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -32.024 -13.776 -1.966 10.271 40.191				
Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z)				
(Intercept)	6.443e+00	7.734e-02	83.309	< 2e-16 ***
KP	1.899e-05	5.347e-07	35.522	< 2e-16 ***
PHBS	1.057e-02	9.763e-04	10.830	< 2e-16 ***
RS	2.663e-03	3.584e-04	7.431	1.08e-13 ***
GB	1.038e-03	2.984e-04	3.478	0.000505 ***
AB	-3.407e-03	1.003e-03	-3.397	0.000681 ***
--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)				
Null deviance: 9943.8 on 29 degrees of freedom				
Residual deviance: 8542.9 on 24 degrees of freedom				
AIC: 8834				

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa semua variabel Kepadatan Penduduk, PHBS, Rumah Sehat, Gizi Buruk, Air Bersih berpengaruh signifikan terhadap angka kasus Diare di Kota Bandung. Namun hasil ini belum tentu valid karena dengan memperhatikan Gambar 1. Terlihat adanya pelanggaran asumsi homoskedastisitas dimana terlihat plot residual dengan fitted value nya menyebar membentuk lonceng yang mengindikasikan adanya pelanggaran asumsi homoskedastisitas. Asumsi ini berdampak pada standar error penaksir menjadi cenderung rendah dan hasil pengujian hipotesis memberikan kesimpulan penolakan hipotesis nol.



Gambar 1. Plot Heteroskedastisitas

Selanjutnya dilakukan pemodelan SVCM. Penaksiran parameter SVCM menggunakan pendekatan Bayesian Numeric yaitu melalui estimasi Laplace. Package yang digunakan adalah R-INLA dengan syntax sebagai berikut:

Tabel 3. Syntax R-INLA untuk SVCM

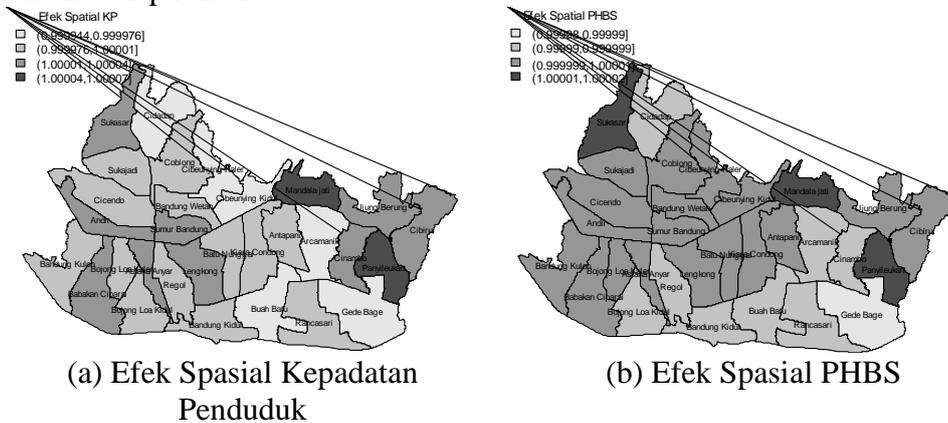
```
Model <- Kasus ~ KP + PHBS + RS + GB + AB+
  f(ID1,model="bym",graph=W, constr=TRUE)+
  f(ID2,KP,model="besag",graph=W, constr=TRUE)+
  f(ID3,PHBS,model="besag",graph=W, constr=TRUE)+
  f(ID4,RS,model="besag",graph=W, constr=TRUE)+
  f(ID5,GB,model="besag",graph=W, constr=TRUE)+
  f(ID6,AB,model="besag",graph=W, constr=TRUE)

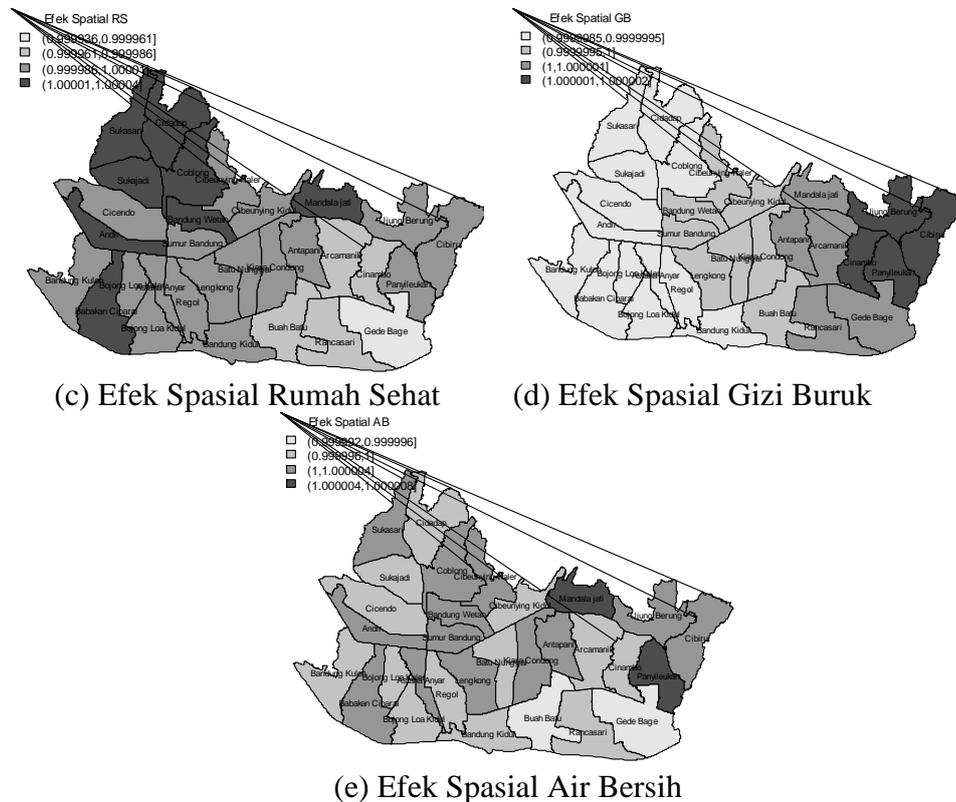
RModel <- inla(Model,family="poisson",data=DATA,E=E,
  control.predictor=list(compute=TRUE),control.compute=list(dic=TRUE,cpo=TRUE))
```

Tabel 4. Syntax R-INLA untuk SVCM

Fixed effects:					
	mean	sd	0.025quant	0.5quant	0.975quant
(Intercept)	0.1615	45.9805	-90.4478	0.1604	90.6585
KP	0.0000	0.0005	-0.0009	0.0000	0.0009
PHBS	-0.0414	0.5143	-1.0549	-0.0415	0.9707
RS	0.0115	0.1778	-0.3390	0.0115	0.3615
GB	0.0014	0.1324	-0.2594	0.0014	0.2619
AB	0.0326	0.5612	-1.0733	0.0326	1.1371

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada satu variabel yang signifikan secara overall namun demikian, peneliti dapat mencermati bahwa nilai taksiran parameter regresi berada dari nilai negative sampai positif yang menunjukkan bahwa sesungguhnya efek dari setiap covariate bisa berbeda untuk setiap lokasi.



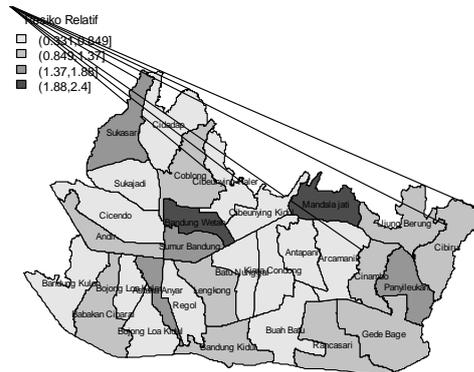


Gambar 3. Efek Spasial Kovariate

Hasil visualiasi efek spasial variabel perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dan Rumah Sehat menunjukkan bahwa kota Badung bagian utara memiliki kemiripan dengan kelompok yang hampir sama. Gambar (b) dan (c) menunjukkan bahwa kecamatan di wilayah utara efek random spasial cenderung lebih besar dari 1. Ini menunjukkan bahwa PHBS dan Rumah Sehat di kecamatan Sukasari, Cicendo, Cidadap dan sekitarnya tidak mampu mengurangi angka kasus diare. Hal ini dikarenakan untuk kecamatan ini bukan PHBS ataupun Rumah Sehat yang diindikasikan mempengaruhi angka kasus diare. Sedangkan untuk daerah selatan efek spasialnya relative lebih rendah. Seperti halnya Gede Bage dengan efek spasial kurang dari satu yang mengindikasikan bahwa ada penurunan angka diare untuk peningkatan PHBS dan Rumah sehat di kecamatan Gede Bage.

Efek variabel Gizi Buruk di Kecamatan Gede Bage lebih besar dari satu yang mengidikasikan bahwa tingginya angka kasus Gizi Buruk di kecamatan ini memiiki peran penting atas meningkatnya angka kasus diare di Gede Bage.

Berdasarkan model yang telah ditaksir, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan resiko relative dari penyakit diare di Kota Bandung untuk setiap kecamatan sebagai berikut:



Gambar 4. Resiko Relatif Penyakit Diare

Hasil analisis menunjukkan kecenderungan resiko relative tinggi untuk kecamatan di daerah selatan. Seperti Kecamatan Gede Bage, Penyileukan Cibiru, Ujung berung dan beberapa kecamatan di daerah tengah dan utara. Tingginya angka resiko relatif untuk kecamatan di daerah selatan dikarenakan masih seringnya terjadi kejadian banjir yang berpotensi menyebabkan lingkungan di kecamatan ini mudah terinfeksi penyakit diare.

4. SIMPULAN

Hasil analisis menemukan bahwa pemodelan regresi poisson kurang tepat digunakan untuk memodelkan angka kasus diare di Kota Bandung dikarenakan adanya pelanggaran asumsi homoskedastisitas. Pemodelan SVCM menyimpulkan menginformasikan adanya efek spatial yang berbeda untuk setiap kecamatan di Kota Bandung sehingga memberikan informasi yang lebih lengkap bagaimana kontribusi dari masing-masing variabel Kepadatan Penduduk, PHBS, Rumah Sehat, Gizi Buruk dan Air Bersih berpengaruh terhadap angka kasus diare di masing-masing kecamatan di Kota Bandung.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Congdon, P. (2013). Bayesian Spatial Statistical Modeling. In M. M. Fischer, & P. Nijkamp, *Handbook of Regional Science* (pp. 141-1434). New York: Springer.
- Elliott, P., & Wartenberg, D. (2004). Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges. *Environmental Health Perspectives*, 112 (9), 998-1006.
- Fotheringham, A Stewart *et al.* 2002. *Geographically weighted Regression The Analysis Of Spasiially Varying Relationship*. United Kingdom : University of Newcastle.
- Kementrian Kesehatan RI. (2011). Situasi Diare di Indonesia.

- Lesage, J.P. 1998. *Spatial Econometrics*. Department of Economics, University of Toledo.
- Maiti, T. (1998). Hierarchical Bayes estimation of mortality rates disease mapping. *Journal of Statistical Planning and inference* , 339-348.
- Suraatmaja, Sudaryat. 2007. *Kapita Selektta Gastroenterologi*. Sagung Seto, Jakarta
- Waller, L. A., & Gotway, C. A. (2004). *Applied Spatial Statistics for Health Data*. John Willey & Son.
- Wiharto , Mulyo dan Hilmy , Reza (2015). *Hubungan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat Dengan Kejadian Diare Pada Tatanan Rumah Tangga di Daerah Kedaung Wetan Tangerang. Forum Ilmiah Volume 12 Nomor 1*