

PEMODELAN RISIKO KEJADIAN DIABETES MELLITUS DAN HIPERTENSI BERDASARKAN REGRESI LOGISTIK BIRESPON

¹Marisa Rifada, ²Nur Chamidah, ³Sely Novika Norrachma

^{1,2,3}Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya
Alamat E-mail : marisa.rifada@fst.unair.ac.id

ABSTRAK

Diabetes dan hipertensi merupakan penyakit yang berhubungan erat. Mereka sering terjadi bersama-sama sehingga dianggap sebagai “komorbiditas” (penyakit yang mungkin ada pada pasien yang sama). Penderita hipertensi dapat mempunyai risiko terkena diabetes. Demikian pula sebaliknya, risiko hipertensi juga dapat dialami oleh penderita diabetes. Untuk melihat seberapa besar pengaruh faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi peluang kejadian seseorang terkena suatu penyakit akan lebih bermanfaat apabila dirumuskan dalam bentuk matematis. Salah satu analisis statistik yang dapat menggambarkan kejadian tersebut adalah analisis regresi logistik birespon yang merupakan pengembangan dari regresi logistik jika terdapat dua variabel respon biner dengan asumsi ada hubungan yang signifikan antar variabel respon. Berdasarkan analisis data secara deskriptif, diabetes dan hipertensi lebih banyak terjadi pada laki-laki dibandingkan perempuan, serta paling banyak terjadi pada usia 55-64 tahun. Responden yang memiliki *Body Mass Index* (BMI) > 30 Kg/ m² cenderung terkena Diabetes. Sedangkan responden yang terkena Hipertensi memiliki BMI antara 25 – 30 Kg/ m². Dalam penelitian ini diperoleh nilai *odds ratio* (ψ) sebesar 1.1454 yang artinya terdapat dependensi antara kejadian Diabetes dengan Hipertensi.

Kata Kunci: Diabetes Mellitus, Hipertensi, Regresi Logistik Biner, *Odds ratio*.

PENDAHULUAN

Diabetes menjadi masalah kesehatan yang perlu mendapat perhatian khusus untuk segera ditangani karena setiap tahun jumlah penderita diabetes di Indonesia semakin meningkat. Berdasarkan laporan International Diabetes Federation, pada tahun 2011 Indonesia berada pada peringkat ke-10 untuk jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia, yaitu sebanyak 7,2 juta jiwa. Pada tahun 2013, Indonesia meningkat menjadi peringkat ke-7 dengan jumlah penderita diabetes mencapai 8,5 juta jiwa. Tahun 2014, jumlah penderita diabetes di Indonesia semakin meningkat hingga mencapai 9,1 juta jiwa dan Indonesia berada pada

peringkat ke-5 untuk jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia.

Selain diabetes, hipertensi (tekanan darah tinggi) juga merupakan penyakit yang perlu diwaspadai. Hipertensi merupakan suatu penyakit kronis yang sering disebut “pembunuh diam-diam” karena pada umumnya pasien tidak mengetahui bahwa mereka menderita penyakit hipertensi sebelum memeriksakan tekanan darahnya. Selain itu penderita hipertensi umumnya tidak mengalami suatu tanda atau gejala sebelum terjadi komplikasi [1]. Prevalensi hipertensi di Indonesia sebesar 26,5% pada tahun 2013, tetapi yang terdiagnosis oleh tenaga kesehatan dan/atau riwayat minum obat hanya sebesar 9,5%. Hal ini menunjukkan

bahwa sebagian besar kasus hipertensi di masyarakat belum terdiagnosis dan terjangkau pelayanan kesehatan [2].

Diabetes dan hipertensi merupakan penyakit yang berhubungan erat. Mereka sering terjadi bersama-sama sehingga dianggap sebagai “komorbiditas” (penyakit yang mungkin ada pada pasien yang sama). Penderita hipertensi dapat mempunyai risiko terkena diabetes. Demikian pula sebaliknya, risiko hipertensi juga dapat dialami oleh penderita diabetes. Diabetes dan hipertensi cenderung terjadi bersama-sama antara lain disebabkan karena mereka berbagi ciri-ciri fisiologis tertentu, yaitu efek yang disebabkan oleh masing-masing penyakit cenderung membuat penyakit lain yang lebih mungkin terjadi.[3]

Hubungan antara risiko kejadian suatu penyakit dan faktor-faktor yang mempengaruhinya akan lebih bermanfaat apabila dirumuskan dalam bentuk model matematis, yaitu untuk melihat seberapa besar pengaruh faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi peluang kejadian seseorang terkena suatu penyakit. Salah satu analisis statistika yang digunakan untuk melihat hubungan antara variabel respon kategorik dengan variabel-variabel prediktor kategorik maupun kontinu adalah regresi logistik.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Rahman yang menyimpulkan bahwa faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian diabetes adalah obesitas umum, obesitas sentral, konsumsi sayur dan buah, merokok dan stres [4]. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Rahajeng menghasilkan kesimpulan bahwa faktor risiko hipertensi di Indonesia adalah umur, pria, pendidikan rendah, kebiasaan merokok, konsumsi minuman berkafein >1 kali per hari, konsumsi alkohol, kurang aktivitas fisik, obesitas dan obesitas sentral [5].

Sampai saat ini, penelitian-penelitian yang telah dilakukan hanya memodelkan

risiko kejadian diabetes dan hipertensi secara sendiri-sendiri. Padahal ada hubungan yang erat diantara diabetes dan hipertensi, sehingga akan lebih realistis jika dimodelkan secara bersama-sama (simultan). Oleh karena itu, pendekatan model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model regresi logistik birespon yang merupakan pengembangan dari regresi logistik jika terdapat dua variabel respon biner dengan asumsi ada hubungan yang signifikan antar variabel respon.

Misalkan terdapat 2 variabel random (Y_1, Y_2) dimana Y_1 dan Y_2 bernilai 0 atau 1. Jika kedua respon berkorelasi maka terdapat empat level pasangan respon biner tersebut yang selanjutnya dapat dilabelkan dengan (1,1) untuk $Y_1 = 1$ dan $Y_2 = 1$; (1,0) untuk $Y_1 = 1$ dan $Y_2 = 0$; (0,1) untuk $Y_1 = 0$ dan $Y_2 = 1$, dan (0,0) untuk $Y_1 = 0$ dan $Y_2 = 0$. Peluang marginal untuk masing-masing variabel respon dinotasikan dengan $\rho_1 = \Pr(Y_1 = 1)$ dan $\rho_2 = \Pr(Y_2 = 1)$. Jika terdapat sebanyak p buah variabel prediktor x_1, x_2, \dots, x_p maka nilai $\rho_1(x)$ dan $\rho_2(x)$ adalah sebagai berikut:

$$\pi_1(x) = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 + \dots + \beta_{p1}x_p)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 + \dots + \beta_{p1}x_p)} \quad (1)$$

$$\pi_2(x) = \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \beta_{22}x_2 + \dots + \beta_{p2}x_p)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \beta_{22}x_2 + \dots + \beta_{p2}x_p)} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan nilai β , maka persamaan (1) dan (2) ditransformasi dengan transformasi logit, sehingga diperoleh fungsi $g(x)$ yang linier dalam parameter-parameternya [6]. Model transformasi logit untuk $j=1,2$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} g_j(x) &= \ln \left(\frac{\pi_j(x)}{1 - \pi_j(x)} \right) \\ &= \beta_{0j} + \beta_{1j}x_1 + \beta_{2j}x_2 + \dots + \beta_{pj}x_p \\ &= \beta_j^T x \end{aligned} \quad (3)$$

Sehingga model regresi logistik biner birespon dinyatakan oleh fungsi logit $g_1(x)$ dan $g_2(x)$ sebagai berikut :

$$g_1(x) = \ln\left(\frac{\pi_1(x)}{1-\pi_1(x)}\right) = \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 + \dots + \beta_{p1}x_p = \boldsymbol{\beta}_1^T \mathbf{x} \quad (4)$$

$$g_2(x) = \ln\left(\frac{\pi_2(x)}{1-\pi_2(x)}\right) = \beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \beta_{22}x_2 + \dots + \beta_{p2}x_p = \boldsymbol{\beta}_2^T \mathbf{x} \quad (5)$$

dengan p adalah banyaknya variabel prediktor, $\boldsymbol{\beta}_1 = [\beta_{01}, \beta_{11}, \beta_{21}, \dots, \beta_{p1}]^T$,

$$\boldsymbol{\beta}_2 = [\beta_{02}, \beta_{12}, \beta_{22}, \dots, \beta_{p2}]^T \text{ dan}$$

$$\mathbf{x} = [1, x_1, x_2, \dots, x_p]^T.$$

ψ adalah odds ratio yaitu ukuran asosiasi yang menunjukkan bahwa terdapat dependensi atau ketergantungan antara variabel respon Y_1 dan Y_2 [7]. Nilai *odds ratio* dirumuskan sebagai berikut :

$$\psi = \frac{\pi_{11}\pi_{00}}{\pi_{10}\pi_{01}} \quad (6)$$

dengan nilai $\psi \geq 0$ jika Y_1 dan Y_2 tidak saling bebas, dan sebaliknya jika Y_1 dan Y_2 saling bebas maka $\psi = 1$.

Menurut [8] menyatakan bahwa peluang gabungan diperoleh sebagai berikut:

$$\pi_{11} = \begin{cases} \frac{1}{2}(\psi - 1)^{-1} (a - \sqrt{a^2 + b}) & , \psi \neq 1 \\ \pi_1\pi_2 & , \psi = 1 \end{cases} \quad (7)$$

Dimana $a = 1 + (\pi_1 + \pi_2)(\psi - 1)$ dan $b = -4\psi(\psi - 1)\pi_1\pi_2$. Sedangkan untuk mencari π_{10} , π_{01} dan π_{00} dapat diperoleh dari π_1, π_2 dan π_{11} .

Parameter model regresi logistik biner birespon diestimasi dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Langkah awal dalam penaksiran parameter dengan metode MLE adalah

membentuk fungsi *likelihood* dari variabel random birespon berikut :

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n \pi_{11}^{y_{11}} \pi_{10}^{y_{10}} \pi_{01}^{y_{01}} \pi_{00}^{y_{00}} \quad (8)$$

Selanjutnya membentuk fungsi *log-natural likelihood* seperti berikut :

$$\ell(\boldsymbol{\beta}) = \ln\left(\prod_{i=1}^n \pi_{11}^{y_{11}} \pi_{10}^{y_{10}} \pi_{01}^{y_{01}} \pi_{00}^{y_{00}}\right) = \sum_{i=1}^n (y_{11} \ln \pi_{11} + y_{10} \ln \pi_{10} + y_{01} \ln \pi_{01} + y_{00} \ln \pi_{00}) \quad (9)$$

Untuk mendapatkan nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ yang memaksimumkan fungsi *log-natural likelihood*, maka fungsi $\ell(\boldsymbol{\beta})$ diturunkan terhadap $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ dan hasilnya disamakan dengan nol.

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_{11}}{\pi_{11}} \frac{\partial \pi_{11}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{10}}{\pi_{10}} \frac{\partial \pi_{10}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{01}}{\pi_{01}} \frac{\partial \pi_{01}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{00}}{\pi_{00}} \frac{\partial \pi_{00}}{\partial \boldsymbol{\beta}} \right) \quad (10)$$

Penduga untuk $\boldsymbol{\beta}$ tidak dapat diperoleh secara langsung, karena fungsi yang dihasilkan berbentuk implisit sehingga diperlukan metode iterasi Newton Raphson.

Selanjutnya hubungan antara risiko kejadian diabetes dan hipertensi dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya dimodelkan dengan pendekatan regresi logistik birespon. Dengan mengetahui bentuk model ini, diharapkan kejadian diabetes dan hipertensi dapat terdeteksi sejak dini dan dapat dilakukan langkah-langkah pencegahan sejak awal agar tidak terjadi komplikasi ke penyakit lainnya sehingga dapat mengurangi angka kejadian diabetes dan hipertensi.

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian epidemiologi yang bersifat observasional analitik yang bertujuan menjelaskan faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian Diabetes dan Hipertensi dengan melakukan pengamatan terhadap subyek penelitian menggunakan desain studi kasus-kontrol.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dat primer dan sekunder. Data primer untuk mengetahui faktor-faktor risiko dengan menggunakan kuesioner dengan melakukan wawancara dan pengukuran langsung pada variabel-variabel yang diperlukan. Data sekunder untuk mengetahui profil kesehatan responden, diperoleh dari catatan rekam medis pasien.

Variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Y₁ : Kejadian Diabetes
- Y₂ : Kejadian Hipertensi
- X₁ : Usia
- X₂ : Jenis Kelamin
- X₃ : BMI (Body Mass Index)
- X₄ : Lingkar Pinggang
- X₅ : Aktifitas Fisik
- X₆ : Riwayat Keluarga Diabetes
- X₇ : Riwayat Keluarga Hipertensi
- X₈ : Konsumsi Sayur dan Buah
- X₉ : Kebiasaan Merokok

Metode Analisis

Tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Analisis deskriptif karakteristik responden dan faktor risiko diabetes dan hipertensi, dilakukan dengan menyajikan distribusi frekuensi dari variabel yang diteliti dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.
2. Analisis regresi logistik birespon untuk memodelkan kejadian diabetes dan hipertensi.

3. Membuat interpretasi dari model yang dihasilkan.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di poli penyakit dalam RSUD Haji Surabaya pada bulan Agustus - September tahun 2016. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 120 orang, yaitu pasien yang teridentifikasi menderita Diabetes Mellitus Tipe 2 sebanyak 30 orang, pasien penderita Hipertensi sebanyak 30 orang, pasien penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Hipertensi sebanyak 30 orang, dan pasien yang bukan penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Hipertensi sebanyak 30 orang. Jadi total responden dalam penelitian ini sebanyak 120 orang.

Sebagai gambaran awal dilakukan analisis statistika deskriptif terhadap semua variabel yang diteliti untuk mengetahui karakteristik responden penelitian dan disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persentase karakteristik responden penelitian secara parsial

Variabel		Kejadian Diabetes (%)		Kejadian Hipertensi (%)	
		tidak	ya	tidak	ya
Usia	< 45 tahun	81.8	18.2	81.8	18.2
	45 - 54 tahun	55.6	44.4	61.1	38.9
	55 - 64 tahun	38.6	61.4	38.6	61.4
	> 65 tahun	51.1	48.9	48.9	51.1
Jenis Kelamin	laki-laki	37.5	62.5	43.8	56.3
	perempuan	54.5	45.5	52.3	47.7
BMI	< 25 Kg/m ²	63.1	36.9	53.8	46.2
	25 - 30 Kg/ m ²	35.9	64.1	41.0	59.0
	> 30 Kg/ m ²	31.3	68.8	56.3	43.8
Lingkar Pinggang	< 94 cm	64.9	35.1	56.8	43.2
	94 - 102 cm	54.3	45.7	40.0	60.0
	> 102 cm	35.4	64.6	52.1	47.9
Aktifitas Fisik	tidak	57.4	42.6	50.8	49.2
	ya	42.4	57.6	49.2	50.8
Riwayat Keluarga Diabetes	tidak	69.2	30.8	43.1	56.9
	ya	27.3	72.7	58.2	41.8
Riwayat Keluarga Hipertensi	tidak	51.7	48.3	63.3	36.7
	ya	48.3	51.7	36.7	63.3
Konsumsi Sayur dan Buah	tidak	44.4	55.6	50.0	50.0
	ya	51.0	49.0	50.0	50.0
Kebiasaan Merokok	tidak	49.4	50.6	51.8	48.2
	ya	51.4	48.6	45.9	54.1

Tabel 1 menyajikan karakteristik data responden secara parsial. Artinya, karakteristik responden dianalisis berdasarkan variabel kejadian Diabetes sendiri dan kejadian Hipertensi sendiri.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa kejadian Diabetes lebih banyak terjadi pada responden laki-laki dibandingkan perempuan, begitu juga dengan kejadian Hipertensi. Diabetes dan Hipertensi paling banyak terjadi pada responden yang berusia 55 - 64 tahun. Responden yang memiliki *Body Mass Index* (BMI) > 30 Kg/ m² cenderung terkena Diabetes. Sedangkan responden yang terkena Hipertensi memiliki BMI antara 25 – 30 Kg/ m². BMI orang dewasa normalnya ialah antara 18,5 – 25 Kg/ m². Jika lebih dari 25 Kg/m² maka dapat dikatakan seseorang tersebut mengalami obesitas. Obesitas juga dapat diukur melalui lingkar pinggang. Responden yang menderita Diabetes cenderung memiliki lingkar pinggang yang semakin besar.

Dari segi riwayat keluarga, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Diabetes cenderung terkena Diabetes juga. Selain itu, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Hipertensi juga cenderung terkena Diabetes juga. Namun, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Diabetes tidak cenderung terkena Hipertensi. Akan tetapi, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Hipertensi juga cenderung terkena Hipertensi juga. Responden yang menderita Diabetes lebih banyak yang tidak biasa mengkonsumsi sayur dan buah setiap hari.

Apabila variabel kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi diamati secara bersama-sama (simultan) maka variabel kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi akan menghasilkan empat kemungkinan (kategori) yaitu kategori (0,0) apabila tidak terjadi Diabetes dan tidak Hipertensi, kategori (0,1) apabila tidak terjadi Diabetes tapi terjadi Hipertensi, kategori (1,0) apabila terjadi Diabetes tapi tidak Hipertensi dan kategori (1,1) apabila terjadi Diabetes dan Hipertensi.

Dalam Tabel 2 akan disajikan hasil analisis statistika deskriptif karakteristik responden jika kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi diamati secara bersama-sama.

Tabel 2. Persentase karakteristik responden penelitian secara simultan

Variabel	Kejadian Diabetes				
	Tidak (0)		Ya (1)		
	Kejadian Hipertensi		Kejadian Hipertensi		
	Tidak (0)	Ya (1)	Tidak (0)	Ya (1)	
Usia	< 45 tahun	72.7	9.1	9.1	9.1
	45 - 54 tahun	50.0	5.6	11.1	33.3
	55 - 64 tahun	6.8	31.8	31.8	29.5
	> 65 tahun	21.3	29.8	27.7	21.3
Jenis Kelamin	laki-laki	12.5	25.0	31.3	31.3
	perempuan	29.5	25.0	22.7	22.7
BMI	< 25 Kg/m ²	32.3	30.8	21.5	15.4
	25 - 30 Kg/m ²	17.9	17.9	23.1	41.0
	> 30 Kg/m ²	12.5	18.8	43.8	25.0
Lingkar Pinggang	< 94 cm	35.1	29.7	21.6	13.5
	94 - 102 cm	28.6	25.7	11.4	34.3
	> 102 cm	14.6	20.8	37.5	27.1
Aktifitas Fisik	tidak	34.4	23.0	16.4	26.2
	ya	15.3	27.1	33.9	23.7
Riwayat Keluarga Diabetes	tidak	30.8	38.5	12.3	18.5
	ya	18.2	9.1	40.0	32.7
Riwayat Keluarga Hipertensi	tidak	35.0	16.7	28.3	20.0
	ya	15.0	33.3	21.7	30.0
Konsumsi Sayur dan Buah	tidak	16.7	27.8	33.3	22.2
	ya	26.5	24.5	23.5	25.5
Kebiasaan Merokok	tidak	27.7	21.7	24.1	26.5
	ya	18.9	32.4	27.0	21.6

Setelah diketahui deskripsi statistik dari responden penelitian, selanjutnya dilakukan analisis regresi logistik birespon. Analisis regresi logistik birespon dilakukan dengan memodelkan variabel prediktor (usia, jenis kelamin, BMI, lingkar pinggang, Aktifitas Fisik, Riwayat Keluarga Diabetes, Riwayat Keluarga Hipertensi, Konsumsi Sayur dan Buah dan Kebiasaan Merokok) dengan dua variabel respon, yaitu kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi. Analisis regresi logistik biner birespon bertujuan untuk mengetahui peranan semua variabel prediktor terhadap variabel respon secara bersama-sama (simultan). Dengan menggunakan software R versi 3.3.1 dengan package **vglm** diperoleh nilai penaksir parameter regresi logistik biner birespon yang disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil analisis regresi logistik birespon

Variabel	Parameter	Koefisien	z-	Exp β
Konstanta	β_{01}	-3.69831	-2.141	0.0248
	β_{02}	-0.75525	-0.563	0.4699
	γ_0	0.13576	0.265	1.1454
Usia (X ₁)	β_{11}	0.81761	2.627	2.2651
	β_{12}	0.42229	1.818	1.5255
Jenis Kelamin (X ₂)	β_{21}	-1.98378	-2.765	0.1375
	β_{22}	-0.79039	-1.399	0.4537
BMI (X ₃)	β_{31}	0.75741	1.823	2.1327
	β_{32}	-0.06162	-0.188	0.9402
Lingkar Pinggang (X ₄)	β_{41}	1.08269	2.619	2.9526
	β_{42}	0.05959	0.181	1.0614
Aktifitas Fisik (X ₅)	β_{51}	0.28532	0.598	1.3302
	β_{52}	-0.11588	-0.275	0.8906
Riwayat Keluarga Diabetes (X ₆)	β_{61}	2.81020	4.721	16.6132
	β_{62}	-0.88095	-2.018	0.4144
Riwayat Keluarga Hipertensi (X ₇)	β_{71}	-0.53749	-1.059	0.5842
	β_{72}	1.67911	3.568	5.3608
Konsumsi Sayur dan Buah (X ₈)	β_{81}	-0.21007	-0.305	0.8105
	β_{82}	0.35604	0.615	1.4277
Kebiasaan Merokok (X ₉)	β_{91}	0.58045	1.094	1.7868
	β_{92}	0.35558	0.793	1.4270

Berdasarkan hasil pada Tabel 3 diperoleh model sebagai berikut :

Model logit 1 :

$$\ln\left(\frac{\hat{\pi}_1}{1-\hat{\pi}_1}\right) = \hat{\beta}_{01} + \hat{\beta}_{11}X_1 + \hat{\beta}_{21}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{91}X_9$$

$$g_1(x) = -3.69831 + 0.81761X_1 - 1.98378X_2 + 0.75741X_3 + 1.08269X_4 + 0.28532X_5 + 2.8102X_6 - 0.53749X_7 - 0.21007X_8 + 0.58045X_9$$

Model logit 2 :

$$\ln\left(\frac{\hat{\pi}_2}{1-\hat{\pi}_2}\right) = \hat{\beta}_{02} + \hat{\beta}_{12}X_1 + \hat{\beta}_{22}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{92}X_9$$

$$g_2(x) = -0.75525 + 0.42229X_1 - 0.79039X_2 - 0.06162X_3 + 0.05959X_4 - 0.11588X_5 - 0.88095X_6 + 1.67911X_7 + 0.35604X_8 + 0.35558X_9$$

Model peluang marginal Y₁ :

$$\hat{\pi}_1(x) = \frac{\exp(\hat{\beta}_{01} + \hat{\beta}_{11}X_1 + \hat{\beta}_{21}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{91}X_9)}{1 + \exp(\hat{\beta}_{01} + \hat{\beta}_{11}X_1 + \hat{\beta}_{21}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{91}X_9)}$$

$$= \frac{\exp\left(\begin{matrix} -3.69831 + 0.81761X_1 \\ -1.98378X_2 + 0.75741X_3 \\ + 1.08269X_4 + 0.28532X_5 \\ + 2.8102X_6 - 0.53749X_7 \\ - 0.21007X_8 + 0.58045X_9 \end{matrix}\right)}{1 + \exp\left(\begin{matrix} -3.69831 + 0.81761X_1 \\ -1.98378X_2 + 0.75741X_3 \\ + 1.08269X_4 + 0.28532X_5 \\ + 2.8102X_6 - 0.53749X_7 \\ - 0.21007X_8 \\ + 0.58045X_9 \end{matrix}\right)}$$

Model peluang marginal Y₂ :

$$\hat{\pi}_2(x) = \frac{\exp(\hat{\beta}_{02} + \hat{\beta}_{12}X_1 + \hat{\beta}_{22}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{92}X_9)}{1 + \exp(\hat{\beta}_{02} + \hat{\beta}_{12}X_1 + \hat{\beta}_{22}X_2 + \dots + \hat{\beta}_{92}X_9)}$$

$$= \frac{\exp\left(\begin{matrix} -0.75525 + 0.42229X_1 \\ -0.79039X_2 - 0.06162X_3 \\ + 0.05959X_4 - 0.11588X_5 \\ - 0.88095X_6 + 1.67911X_7 \\ + 0.35604X_8 + 0.35558X_9 \end{matrix}\right)}{1 + \exp\left(\begin{matrix} -0.75525 + 0.42229X_1 \\ -0.79039X_2 - 0.06162X_3 \\ + 0.05959X_4 - 0.11588X_5 \\ - 0.88095X_6 + 1.67911X_7 \\ + 0.35604X_8 + 0.35558X_9 \end{matrix}\right)}$$

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik birespon diperoleh nilai odds ratio (ψ) sebesar 1.1454. Odds ratio yaitu ukuran asosiasi yang menunjukkan bahwa terdapat dependensi atau ketergantungan antara variabel respon Y₁ dan Y₂, dengan nilai (ψ) ≥ 0 jika Y₁ dan Y₂ tidak saling bebas, dan sebaliknya jika Y₁ dan Y₂ saling bebas maka $\psi = 1$. Dengan demikian, dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa terdapat dependensi antara kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi.

Selanjutnya dapat dihitung peluang masing-masing kategori menggunakan persamaan (7), yaitu :

$$\pi_{11} = \frac{1}{2}(\psi - 1)^{-1} (a - \sqrt{a^2 + b})$$

Dimana $a = 1 + (\pi_1 + \pi_2)(\psi - 1)$ dan $b = -4\psi(\psi - 1)\pi_1\pi_2$. Sedangkan untuk mencari peluang kategori lain, yaitu $\pi_{10} = \pi_1 - \pi_{11}$, $\pi_{01} = \pi_2 - \pi_{11}$, dan $\pi_{00} = 1 - \pi_{11} - \pi_{10} - \pi_{01}$.

Sebagai contoh, misalkan seseorang yang berusia 58 tahun ($X_1=3$), berjenis kelamin laki-laki ($X_2=1$), memiliki berat badan 70 Kg dengan tinggi badan 163 cm sehingga memiliki BMI sebesar 26,35 Kg/m² ($X_3=2$) dan lingkaran pinggang sebesar 97 cm ($X_4=2$), tidak terbiasa melakukan aktifitas fisik setiap hari ($X_5=0$), memiliki riwayat keluarga diabetes ($X_6=1$) dan riwayat keluarga hipertensi ($X_7=1$), tidak biasa konsumsi sayur dan buah setiap hari ($X_8=0$), dan biasa merokok setiap hari ($X_9=1$), maka dapat dihitung peluang dari masing-masing kategori, yaitu :

Model logit 1 :

$$\begin{aligned} g_1(x) &= -3.69831 + 0.81761(3) - 1.98378(1) \\ &\quad + 0.75741(2) + 1.08269(2) + 0.28532(0) \\ &\quad + 2.8102(1) - 0.53749(1) - 0.21007(0) \\ &\quad + 0.58045(1) \\ &= 3.3041 \end{aligned}$$

Model logit 2 :

$$\begin{aligned} g_2(x) &= -0.75525 + 0.42229(3) - 0.79039(1) \\ &\quad - 0.06162(2) + 0.05959(2) - 0.11588(0) \\ &\quad - 0.88095(1) + 1.67911(1) + 0.35604(0) \\ &\quad + 0.35558(1) \\ &= 0,87091 \end{aligned}$$

Model peluang marginal Y_1 :

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_1(x) &= \frac{\exp(g_1(x))}{1 + \exp(g_1(x))} \\ &= \frac{\exp(3.3041)}{1 + \exp(3.3041)} \\ &= 0.964569 \end{aligned}$$

Model peluang marginal Y_2 :

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_2(x) &= \frac{\exp(g_2(x))}{1 + \exp(g_2(x))} \\ &= \frac{\exp(0.87091)}{1 + \exp(0.87091)} \\ &= 0.704935 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dihitung peluang masing-masing kategori, yaitu :

$$\begin{aligned} a &= 1 + (\pi_1 + \pi_2)(\psi - 1) \\ &= 1 + (0.964569 + 0.704935)(1.1454 - 1) \\ &= 1.242754 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= -4\psi(\psi - 1)\pi_1\pi_2 \\ &= -4(1.1454)(1.1454 - 1)(0.964569) \\ &\quad (0.704935) \\ &= -0.45298 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{11} &= \frac{1}{2}(\psi - 1)^{-1} (a - \sqrt{a^2 + b}) \\ &= \frac{1}{2}(1.1454 - 1)^{-1} (1.242754 \\ &\quad - \sqrt{1.242754^2 - 0.45298}) \\ &= 0.680968 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{10} &= \pi_1 - \pi_{11} = 0.964569 - 0.680968 \\ &= 0.283601 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{01} &= \pi_2 - \pi_{11} = 0.704935 - 0.680968 \\ &= 0.023967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{00} &= 1 - \pi_{11} - \pi_{10} - \pi_{01} \\ &= 1 - 0.680968 - 0.283601 - 0.023967 \\ &= 0.011464 \end{aligned}$$

Dari uraian diatas dapat diinterpretasikan bahwa seorang laki-laki yang berusia 58 tahun, memiliki berat badan 70 Kg dengan tinggi badan 163 cm dan lingkaran pinggang sebesar 97 cm, tidak terbiasa melakukan aktifitas fisik setiap hari, memiliki riwayat keluarga diabetes dan riwayat keluarga hipertensi, tidak biasa konsumsi sayur dan buah setiap hari, dan biasa merokok setiap hari akan memiliki risiko terkena diabetes dan hipertensi secara bersama-sama sebesar 68.1 persen, risiko terkena diabetes saja

sebesar 28.36 persen, risiko terkena hipertensi saja sebesar 2.4 persen dan risiko tidak terkena diabetes maupun hipertensi sebesar 1.15 persen. Dengan demikian orang tersebut memiliki risiko yang tinggi untuk terkena diabetes dan hipertensi, maka dianjurkan segera periksa lebih lanjut di laboratorium untuk mencegah terjadinya komplikasi dan selanjutnya dapat melakukan pencegahan dengan mengubah gaya hidup, misalnya dengan mengubah pola makan dan olah raga.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh RKAT Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Tahun 2016 Nomor SP POPA 18148/UN3/KU/2016.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara deskriptif, diketahui bahwa kejadian Diabetes lebih banyak terjadi pada responden laki-laki dibandingkan perempuan, begitu juga dengan kejadian Hipertensi. Diabetes dan Hipertensi paling banyak terjadi pada responden yang berusia 55 - 64 tahun. Responden yang memiliki *Body Mass Index* (BMI) $> 30 \text{ Kg/ m}^2$ cenderung terkena Diabetes. Sedangkan responden yang terkena Hipertensi memiliki BMI antara 25 – 30 Kg/ m^2 . Responden yang menderita Diabetes cenderung memiliki lingkar pinggang yang semakin besar. Dari segi riwayat keluarga, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Diabetes cenderung terkena Diabetes juga. Selain itu, responden yang memiliki riwayat keluarga

menderita Hipertensi juga cenderung terkena Diabetes juga. Namun, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Diabetes tidak cenderung terkena Hipertensi. Akan tetapi, responden yang memiliki riwayat keluarga menderita Hipertensi juga cenderung terkena Hipertensi juga. Responden yang menderita Diabetes lebih banyak yang tidak terbiasa mengkonsumsi sayur dan buah setiap hari

2. Berdasarkan hasil analisis regresi logistik birespon diperoleh nilai odds ratio sebesar 1.1454. Dengan demikian, dalam penelitian ini terdapat dependensi antara kejadian Diabetes dan kejadian Hipertensi.

SARAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian epidemiologi yang bersifat observasional analitik yang bertujuan menjelaskan faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian Diabetes dan Hipertensi dengan melakukan pengamatan terhadap subyek penelitian menggunakan desain studi kasus-kontrol. Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan jenis penelitian yang lain, misalnya desain studi cohort dan eksperimental. Selain itu, penelitian ini menggunakan package yang sudah tersedia di R, yaitu **vglm** untuk melakukan analisis regresi logistik birespon. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba untuk membuat program sendiri di R lalu dibandingkan hasilnya dengan package yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chobanian A. V, Bakris G, L, Black, 2004, *The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention,*

Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure,.

- [2] Kementrian Kesehatan (Kemenkes) RI., 2014., *Situasi dan Analisis Diabetes*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi
- [3] Epstein, M, Sowers, JR, 1992, Diabetes mellitus and hypertension, *Hypertension. Volume 19, Hal :403*
- [4] Rahman,A,W., Amiruddin, R., Noor, B. N., 2013., Faktor Risiko dan Deteksi Dini Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 di Kecamatan Tempe Kabupaten Wajo, *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, Volume 2 No. 1;Hal : 10*
- [5] Rahajeng dan Tuminah, 2009, Prevalensi Hipertensi dan Determinannya di Indonesia. *pusat Penelitian Biomedis dan Farmasi, Badan Penelitian Kesehatan Departemen Kesehatan RI, Jakarta*
- [6] Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S., 2000. *Applied Logistic Regression*. John Wiley and Sons. New York
- [7] Cessie, L. dan Houwelingen, J.C., 1994, Logistic Regression for Correlated Binary Data, *Applied Statistics, Volume 42, Hal : 95-108*
- [8] Dale, J.R, 1986, Global Cross-Ratio Models for Bivariate, Discrete, Ordered, Response, *Biometrics, Volume 42, Hal : 909-917*