

ANALISIS FAKTOR RISIKO KEJADIAN DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) DI KABUPATEN PROBOLINGGO MENGGUNAKAN MODEL REGRESI BINOMIAL NEGATIF

Alif Muhammad Iqbal^{1*}, Pismia Sylvi²

¹Program Studi Statistika, Universitas Terbuka, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Statistika, Universitas Terbuka, Surabaya, Indonesia

*Penulis korespondensi: alifiqbl4@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling signifikan di Kabupaten Probolinggo adalah Demam Berdarah Dengue (DBD). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari faktor risiko seperti kepadatan penduduk, jumlah hari hujan, dan fasilitas kesehatan, khususnya puskesmas dan puskesmas pembantu terhadap jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) yang terjadi di Kabupaten Probolinggo. Selain itu, penelitian ini menentukan variabel mana yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD). Penelitian ini menggunakan data cacah atau data sekunder kasus DBD. Model Regresi Binomial Negatif digunakan sebagai metode analisis karena dapat menangani karakteristik data cacah yang sering mengalami overdispersi, yaitu nilai varians lebih besar dari nilai mean yang terjadi ketika model Regresi Poisson tidak memadai. Studi ini akan menghasilkan model statistik terbaik dan secara parsial menunjukkan pengaruh signifikan dari setiap variabel prediktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk dan jumlah hari hujan merupakan faktor risiko yang berperan signifikan terhadap terjadinya kasus DBD di Kabupaten Probolinggo tahun 2023. Diharapkan setelah ditemukan faktor risiko yang paling signifikan dapat membantu pemerintah khususnya Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo dalam membuat strategi pencegahan dan pengendalian DBD di tahun 2025 ini lebih efisien dan tepat sasaran.

Kata kunci: demam berdarah dengue (DBD), faktor risiko, overdispersi, regresi binomial negatif

1 PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi ancaman kesehatan serius yang disebabkan oleh virus dengue melalui perantara nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Ayundasari *et al.*, 2024; Ustiawaty *et al.*, 2020). Sebagai negara tropis, lingkungan di Indonesia sangat mendukung nyamuk-nyamuk ini untuk berkembang biak dengan cepat. Menjelang musim hujan di penghujung tahun 2025, kewaspadaan terhadap kasus DBD perlu ditingkatkan. Tingginya curah hujan berpotensi menciptakan banyak genangan air yang dapat menjadi sarang ideal bagi nyamuk-nyamuk pembawa penyakit.

Kabupaten Probolinggo yang termasuk daerah endemis sedang menghadapi risiko masalah kesehatan yang cukup berat akibat DBD. Menurut catatan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo, terjadi lonjakan kasus DBD yang signifikan di tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini dapat menjadi sinyal kuat bahwa wilayah ini memerlukan strategi pengendalian penyakit yang lebih terukur dan berbasis data. Tingginya angka kejadian DBD diduga akibat kombinasi dari berbagai faktor risiko yang kompleks. Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sangat bergantung pada iklim seperti intensitas hari hujan dalam setahun. Namun selain faktor alam, aspek lain seperti ketersediaan

fasilitas kesehatan seperti puskesmas dan puskesmas pembantu serta faktor demografis seperti kepadatan penduduk juga diyakini memiliki andil yang cukup besar dalam penyebaran penyakit ini di masyarakat.

Untuk membedah faktor-faktor tersebut, pendekatan pemodelan statistik sangat diperlukan. Data kasus DBD termasuk dalam kategori data cacah, yaitu data yang menghitung jumlah kejadian dalam periode tertentu (Eminita *et al.*, 2019). Umumnya, data cacah dianalisis menggunakan Regresi Poisson dengan asumsi nilai mean harus sama dengan nilai variansnya (Syafiqoh *et al.*, 2024). Namun pada kenyataannya, sering kali data menunjukkan variabilitas yang jauh lebih besar daripada rata-ratanya atau yang lebih dikenal dengan istilah overdispersi (Hida *et al.*, 2022; Salim *et al.*, 2025). Jika kondisi ini diabaikan dan tetap menggunakan Regresi Poisson, hasil analisisnya dapat menjadi tidak valid karena standar eror yang dihasilkan terlalu kecil. Solusinya, penelitian ini menerapkan model Regresi Binomial Negatif yang dinilai lebih tepat karena memiliki parameter dispersi yang mampu menangani masalah overdispersi pada data cacah (Fatmala *et al.*, 2024; Ok, 2025).

Berangkat dari permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis faktor risiko yang memengaruhi kasus DBD dengan unit analisis per kecamatan di Kabupaten Probolinggo. Mengingat sampai penelitian ini dibuat belum ada penelitian terbaru yang membahas hal ini secara spesifik di Kabupaten Probolinggo. Untuk memastikan akurasi yang tinggi, proses pengolahan data dan pemodelan statistik dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak RStudio versi 2025.09.1+401. Melalui perbandingan antara Regresi Poisson dan Regresi Binomial Negatif, penelitian ini diharapkan mampu membuktikan model statistik mana yang terbaik sekaligus menunjukkan faktor risiko yang berpengaruh. Hasil akhirnya diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pemerintah khususnya Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo dalam merumuskan strategi pencegahan DBD yang lebih fokus, tepat sasaran, dan berbasis data.

2 METODE

2.1 Data dan Variabel Penelitian

2.1.1 Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo. Data yang digunakan yaitu banyaknya kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di 24 kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo pada tahun 2023 dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit DBD di tahun 2023.

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Kecamatan	y	x_1	x_2	x_3
1.	Sukapura	2	19.564	-	3
2.	Sumber	0	25.904	92	5
3.	Kuripan (Krasak)	0	30.318	141	4
4.	Bantaran	21	43.680	80	4
5.	Leces	35	57.394	54	4
6.	Tegalsiwalan (Sumberbulu)	8	36.818	65	6
7.	Banyuwanyar	33	55.207	154	6
8.	Tiris	7	69.726	211	6

Tabel 1. Data Penelitian (Lanjutan)

No.	Kecamatan	y	x_1	x_2	x_3
9.	Krucil	5	57.842	204	6
10.	Gading (Ramah)	16	54.675	131	5
11.	Pakuniran	42	44.391	114	5
12.	Kotaanyar	48	36.793	83	5
13.	Paiton	128	67.598	87	5
14.	Besuk	64	50.459	89	6
15.	Kraksaan	97	68.551	88	5
16.	Krejengan	35	40.940	108	5
17.	Pajarakan	36	33.839	46	4
18.	Maron (Pekalen)	45	66.100	155	6
19.	Gending	65	42.419	107	5
20.	Dringu	18	54.235	55	6
21.	Wonomerto (Patalan)	2	41.346	141	4
22.	Lumbang	7	32.388	168	3
23.	Tongas (Bayeman)	16	68.581	108	6
24.	Sumberasih (Muneng)	11	65.091	119	5
Jumlah		741	1.163.859	2600	119

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo (2023)

2.1.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan satu variabel respon dan tiga variabel prediktor.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Variabel	Simbol Variabel	Deskripsi	Satuan
Respon	y	Jumlah Kasus DBD per Kecamatan	Jiwa
Prediktor	x_1	Jumlah Penduduk per Kecamatan	Jiwa
	x_2	Jumlah Hari Hujan Dalam Satu Tahun per Kecamatan	Hari
	x_3	Jumlah Puskesmas dan Puskesmas Pembantu per Kecamatan	Unit

Variabel (y) merupakan jumlah kasus DBD di Kabupaten Probolinggo pada tahun 2023, di mana datanya diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo. Variabel (x_1) merupakan jumlah penduduk setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo pada tahun 2023 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo. Variabel (x_2)

merupakan jumlah hari hujan dalam satu tahun yang diambil dari setiap stasiun penakar yang berada di setiap kecamatan pada tahun 2023 dan datanya diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo. Namun karena tidak semua stasiun penakar berada di pusat kecamatan, maka diambil stasiun penakar yang berada di dalam kecamatan tersebut dan yang dipilih merupakan stasiun dengan jumlah hari hujan paling banyak. Variabel (x_3) merupakan jumlah pusat kesehatan yaitu puskesmas dan puskesmas pembantu yang berada di setiap kecamatan pada tahun 2023 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo.

2.2 Metode dan Analisis Data

2.2.1 Uji Multikolinearitas

Tujuan uji multikolinearitas adalah untuk mengetahui terdapat adanya kolerasi antar variabel independen atau variabel bebas. Di mana model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi antar variabel independen (Ghozali, 2018).

Untuk mendeteksi apakah terdapat multikolinearitas, dilakukan dengan melihat nilai Tolerance dan lawannya, *Variance Inflation Factor* (VIF). Aturan umum yang sering digunakan (cut off value) adalah jika nilai Tolerance $\leq 0,10$ atau nilai VIF ≥ 10 maka model tersebut terindikasi terdapat multikolinearitas (Ghozali, 2018).

Rumus VIF adalah sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

dengan R^2 merupakan koefisien determinasi (Ginting, 2018; Zubedi *et al.*, 2021).

2.2.2 Permodelan Regresi Poisson

Model Regresi Poisson merupakan model regresi yang digunakan ketika variabel respon (Y) berbentuk data cacah (*count data*) yang menunjukkan jumlah kejadian suatu peristiwa dalam suatu kurun waktu tertentu (Eminita *et al.*, 2019).

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$$

dengan rata-rata $\mu_i = E(Y_i)$ dan fungsi log:

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}$$

atau

$$\lambda_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}} \text{ (Fatmala et al., 2024)}$$

atau juga bisa ditulis dengan persamaan

$$\lambda = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}) \text{ (Dhahari et al., 2024)}.$$

Asumsi utama dalam Regresi Poisson adalah ekuidispersi, di mana rata-rata data sama dengan variannya ($E(Y_i) = \text{Var}(Y_i) = \mu_i$) (Saputro *et al.*, 2021). Jika asumsi ini dilanggar/tidak terpenuhi dan varian jauh lebih besar daripada rata-rata, maka kondisi ini disebut overdispersi.

2.2.3 Uji Overdispersi

Uji overdispersi digunakan setelah menjalankan model Regresi Poisson untuk memeriksa asumsi kunci dari Regresi Poisson, yaitu equidispersi (*Mean = Varians*) terpenuhi atau dilanggar. Uji harus dilakukan untuk mengecek validitas kesimpulan yang ditemukan.

Jika ($p - \text{value} > \alpha$) maka asumsi Poisson terpenuhi, jika ($p - \text{value} < \alpha$) maka data mengalami overdispersi karena standar error terlalu kecil (Dhahari *et al.*, 2024).

2.2.4 Permodelan Regresi Binomial Negatif

Model Regresi Binomial Negatif (NBR) juga dapat digunakan untuk menganalisis data cacah (*count data*) dan merupakan solusi ketika Regresi Poisson mengalami masalah

overdispersi. Peubah responnya diasumsikan mengikuti distribusi binomial negatif, sehingga nilai varians tidak harus sama dengan rata-ratanya.

Bentuk umum Regresi Binomial Negatif adalah

$$y_i = \exp(x'_i \beta), \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

di mana y merupakan variabel terikat berdistribusi binomial negatif, y terbentuk dari vektor berskala $(n \times 1)$. x merupakan variabel bebas berbentuk matriks berukuran $(n \times (p + 1))$, sedangkan β merupakan parameter yang terbentuk dari vektor berskala $((p + 1) \times 1)$ (Dhahari *et al.*, 2024).

Regresi Binomial Negatif juga merupakan pemodelan nilai harapan dari variabel terikat (μ) menjadi fungsi eksponensial

$$E(y_i) = \mu_i = \exp(\beta_0 + \sum \beta_k x_k = i)$$

di mana:

$E(y_i) = \mu_i$: nilai yang diharapkan

β : banyaknya estimasi parameter

j : koefisien variabel

i : unit eksperimen

Dengan i sebagai unit eksperimen dan j menyatakan jumlah variabel prediktor yang diterapkan (Cameron & Trivedi, 1998).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Bagian ini menyajikan ringkasan data secara numerik dari berbagai variabel yang dianalisis dalam penelitian ini yang mencakup nilai rata-rata (mean), variansi, minimum, dan maksimum sehingga memberikan gambaran singkat terhadap distribusi dan penyebaran tiap variabel.

Tabel 3. Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Variansi	Min	Max
Jumlah Kasus DBD (y)	30,875	1032,9	0	128
Jumlah Penduduk (x_1)	48.494,125	221.902.343,8	19.564	69.726
Jumlah Hari Hujan (x_2)	113,04	2014,3	46	211
Jumlah Puskesmas dan Puskesmas Pembantu (x_3)	4,96	0,911	3	6

Jumlah kasus DBD di wilayah sangat bervariasi dengan 0 kasus di Sumber dan Kuripan hingga 128 kasus yang terjadi di Paiton, dengan rata-rata 30,875 kasus di setiap kecamatan. Namun, variansinya cukup besar dengan nilai 1032,9 yang menunjukkan terdapat ketidakhomogenan yang cukup tinggi antar wilayahnya. Hal ini memerlukan perhatian khusus dalam upaya pencegahan dan penanganan sehingga dapat terkendali dengan baik. Kepadatan penduduk juga menunjukkan variansi yang besar (221.902.343,8) sehingga terdapat perbedaan yang ekstrem antar wilayah. Hal ini penting untuk dicatat karena pemukiman yang padat akan berpengaruh terhadap kebersihan lingkungan yang dapat memicu berkembangbiakan nyamuk penyebab DBD. Kepadatan penduduk bervariasi antara 19.564 di Sukapura hingga 69.726 di Tiris dengan rata-rata 48.494,125.

Jumlah hari hujan memiliki rentang dari 46 hari di Pajarakan hingga 211 hari di Tiris dengan rata-rata sebesar 108,33 hari. Variansi hari hujan juga cukup besar 2.014,3 yang dapat disebabkan oleh perbedaan iklim antar wilayah yang cukup besar. Namun menurut BPS dan

Pemerintah Kabupaten Probolinggo, di Kecamatan Sukapura tidak terdapat stasiun penakar sehingga jumlah hari hujannya tidak diketahui. Sedangkan untuk jumlah puskesmas dan puskesmas pembantu terdiri dari 3 hingga 6 unit di setiap kecamatannya dengan mean 4,96 dan variansi yang kecil sehingga untuk persebaran fasilitas kesehatan ini cukup merata di setiap wilayah.

3.2 Uji Asumsi Multikolinearitas

Hipotesis dalam uji multikolinearitas:

H_0 : tidak terdapat multikolinearitas pada data

H_1 : terdapat multikolinearitas pada data

Tabel 4. Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF
x_1	1,667874
x_2	1,186395
x_3	1,595580

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Uji asumsi multikolinearitas dihitung dengan *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai $VIF \geq 10$, maka antar variabel terindikasi memiliki kolerasi yang tinggi sehingga terdapat multikolinearitas. Dalam Tabel 4, nilai VIF dari $x_1 = 1,667874$; $x_2 = 1,186395$; $x_3 = 1,595580$, sehingga didapatkan nilai VIF masing-masing variabel bernilai kurang dari 10. Artinya H_0 diterima, antar variabel tidak terjadi multikolinearitas dan dapat digunakan secara efektif dalam model.

3.3 Hasil Regresi Poisson

Tabel 5. Model Regresi Poisson

Variabel	Koefisien	Std. Error	z-value	p-value ($Pr(> z)$)
(Intercept)	2,157e + 00	2,344e – 01	9,204	< 2e – 16 ***
x_1	3,928e – 05	3,096e – 06	12,686	< 2e – 16 ***
x_2	-9,660e – 03	9,697e – 04	-9,962	< 2e – 16 ***
x_3	4,819e – 02	5,233e – 02	0,921	0,357

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Dari pemodelan Regresi Poisson di atas, dapat dilihat bahwa jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kasus terjadinya DBD di Kabupaten Probolinggo tahun 2023. Model persamaan Regresi Poissonnya sebagai berikut:

$$\lambda = \exp (2,157 + 3,928 \times 10^{-5} \cdot x_1 - 9,660 \times 10^{-3} \cdot x_2 + 4,819 \times 10^{-2} \cdot x_3)$$

Tabel 6. Kriteria Evaluasi Model Regresi Poisson

Kriteria Evaluasi Model	Nilai	Derajat Bebas
<i>Null deviance</i>	707,69	23
<i>Residual deviance</i>	462,17	20
AIC	577,18	

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Null deviance menjadi titik acuan model yang hanya menggunakan rata-rata keseluruhan untuk memprediksi kasus DBD, tanpa menghitung variabel prediktor (x_1, x_2, x_3). AIC merupakan skor kualitas model yang digunakan untuk membandingkan model, di mana nilai

AIC yang lebih rendah dinilai lebih baik. Tanda terjadinya overdispersi dapat dilihat dari *Residual deviance* (462,17) yang bernilai jauh lebih besar derajat bebas (20). Selanjutnya dilakukan pengecekan overdispersi lebih lanjut.

3.4 Uji Overdispersi

Hipotesis dalam uji overdispersi:

H_0 : tidak terdapat overdispersi

H_1 : terdapat overdispersi

Tabel 7. Uji Overdispersi

Parameter	Nilai
z	4,2721
p-value	9,683e – 06
Estimasi Dispersi	18,52441

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Nilai p-value (0,000009683) jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Karena p-value $< 0,05$, maka H_0 ditolak karena data terbukti mengalami overdispersi. Hal ini menyatakan bahwa Regresi Poisson tidak dapat digunakan dan harus menggunakan Regresi Binomial Negatif.

3.5 Hasil Analisis Regresi Binomial Negatif

Tabel 8. Model Regresi Binomial Negatif

Variabel	Koefisien	Std. Error	z-value	p-value ($Pr(> z)$)
(Intercept)	1,612e + 00	1,082e + 00	1,490	0,13616
x_1	3,933e – 05	1,727e – 05	2,278	0,02273 *
x_2	-1,261e – 02	4,475e – 03	-2,818	0,00483 **
x_3	2,155e – 01	2,678e – 01	0,805	0,42110

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Dari permodelan Regresi Binomial Negatif di atas, dapat dilihat bahwa:

1. Jumlah penduduk (x_1): berpengaruh positif dan signifikan terhadap kasus DBD (p-value = 0,02273). Artinya semakin banyak penduduk maka kasus DBD semakin banyak yang berarti sesuai dengan dugaan variabel prediktor.
2. Jumlah hari hujan (x_2): berpengaruh negatif dan sangat signifikan terhadap kasus DBD (p-value = 0,00483).
3. Jumlah puskesmas (x_3): tidak berpengaruh signifikan terhadap kasus DBD (p-value = 0,42110).

Tabel 9. Kriteria Evaluasi Model Regresi Binomial Negatif

Kriteria Evaluasi Model	Nilai	Derajat Bebas
<i>Null deviance</i>	39,263	23
<i>Residual deviance</i>	28,391	20
AIC	213,65	

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Null deviance menjadi titik acuan model yang hanya menggunakan rata-rata keseluruhan untuk memprediksi kasus DBD, tanpa menghitung variabel prediktor (x_1, x_2, x_3). AIC merupakan skor kualitas model yang digunakan untuk membandingkan model, di mana nilai

AIC yang lebih rendah dinilai lebih baik. Nilai *Residual deviance* lebih kecil dari *Null deviance* ($28,391 < 39,263$) menunjukkan bahwa variabel-variabel yang ada berhasil meningkatkan kualitas model. Model Regresi Binomial Negatif yang baik memiliki nilai *Residual deviance* yang tidak jauh berbeda dari derajat bebas. Dalam hasil yang ditampilkan di tabel, nilai keduanya tidak berbeda jauh sehingga menunjukkan model kecocokan yang baik.

3.6 Pemilihan Model Terbaik

Tabel 10. Parameter Dispersi

Kriteria Evaluasi Model	Nilai
Theta (θ)	1,145
Std. Error	0,350

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Theta (θ) merupakan parameter dispersi dari model Regresi Binomial Negatif untuk menangani masalah overdispersi sebesar 1,145. Std. Error sebesar 0,350 digunakan untuk menguji apakah theta (θ) signifikan. Karena nilai theta (θ) lebih besar dari standar error, maka keputusan beralih dari Regresi Poisson ke Regresi Binomial Negatif dinilai sangat tepat.

Pemilihan model terbaik dapat ditentukan dengan membandingkan nilai AIC (*Akaike Information Criterion*) antar model regresi.

Tabel 11. Kriteria Model

Model	AIC
Regresi Poisson	577,18
Regresi Binomial Negatif	213,65

Sumber: Output RStudio 2025.09.1+401

Nilai AIC model Regresi Poisson (577,18) lebih besar dari nilai AIC model Regresi Binomial Negatif (213,65), artinya telah dibuktikan bahwa Regresi Binomial Negatif merupakan model yang jauh lebih tepat dalam menganalisis kasus DBD di Kabupaten Probolinggo tahun 2023.

3.7 Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis faktor risiko yang memengaruhi jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Probolinggo dengan menggunakan model Regresi Binomial Negatif. Menggunakan model Regresi Binomial Negatif merupakan model yang tepat, dibuktikan dengan analisis yang menunjukkan bahwa data jumlah kasus DBD mengalami overdispersi ($p\text{-value} = 9,683 \times 10^{-6}$), di mana variansi (1032,9) jauh lebih besar dari nilai mean (30,875). Hal ini memvalidasi bahwa Regresi Poisson tidak dapat digunakan dalam penelitian ini dan Regresi Binomial Negatif lebih tepat digunakan karena dapat menangani overdispersi dengan parameter Theta (θ).

Analisis model Regresi Binomial Negatif (AIC = 213,65) menunjukkan kecocokan model yang lebih baik dibandingkan dengan model Regresi Poisson (AIC = 577,18). Dari model Regresi Binomial Negatif, ditemukan dua variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus DBD.

1. Pengaruh Jumlah Penduduk (x_1)

Variabel jumlah penduduk (x_1) terbukti berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} = 0,02273$) terhadap jumlah kasus DBD di Kabupaten Probolinggo. Hasil dari variabel x_1 sesuai dengan dugaan awal dan logika epidemiologi.

Nilai koefisien variabel x_1 sebesar $3,933 \times 10^{-5}$. Dengan menginterpretasikan nilai koefisien ke dalam bentuk *Incident Rate Ratio* (IRR), didapatkan nilai IRR adalah

$\exp(0,00003933) \approx 1,00004$. Jika dikonversikan per kenaikan 1000 penduduk, risikonya menjadi $\exp(0,00003933 \times 1000) = 1,04$. Artinya setiap penambahan 1000 jiwa penduduk di suatu kecamatan, estimasi rata-rata kejadian kasus DBD meningkat sebesar 1,04 kali lipat (atau meningkat sebesar 4%) dengan asumsi variabel lainnya konstan.

Wilayah padat penduduk berkaitan dengan aktivitas manusia yang tinggi sehingga dapat menciptakan lebih banyak tempat perkembangbiakan bagi nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, seperti pada penampungan air, tempat sampah, kolam, dan lain sebagainya. Hal ini dapat menegaskan bahwa faktor demografis termasuk komponen penting dalam prediksi penyebaran DBD di Kabupaten Probolinggo.

2. Pengaruh Jumlah Hari Hujan (x_2)

Variabel jumlah hari hujan (x_2) menunjukkan hubungan yang negatif dan sangat signifikan (p-value = 0,00483) terhadap jumlah kasus DBD di Kabupaten Probolinggo. Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa faktor jumlah hari hujan berpengaruh sangat signifikan namun berbanding terbalik dengan logika epidemiologi.

Dari data yang ada, kecamatan dengan jumlah hari hujan yang sangat tinggi justru mencatat jumlah kasus DBD yang rendah. Contohnya Kecamatan Tiris dengan 211 hari hujan namun hanya mencatat 7 kasus DBD, dan Kecamatan Krucil dengan 204 hari hujan namun hanya mencatat 5 kasus DBD.

Sebaliknya, kecamatan dengan jumlah hari hujan yang rendah justru mencatat jumlah kasus DBD yang tinggi. Contohnya Kecamatan Pajarakan dengan 46 hari hujan namun mencatat 36 kasus DBD, Kecamatan Leces dengan 54 hari hujan namun mencatat 35 kasus DBD, dan Kecamatan Paiton dengan 87 hari hujan dengan 128 kasus DBD.

Nilai koefisien variabel x_2 sebesar $-1,261 \times 10^2$. Dengan menginterpretasikan nilai koefisien ke dalam bentuk *Incident Rate Ratio* (IRR), didapatkan nilai IRR adalah $\exp(-0,01261) \approx 0,987$. Artinya setiap penambahan satu hari hujan dalam setahun, risiko kejadian rata-rata kasus DBD menurun sebesar 0,987 kali lipat (atau berkurang 1,3%) dibandingkan sebelumnya. Hal ini juga memperkuat temuan bahwa hari hujan yang banyak di suatu wilayah tidak selalu berbanding lurus dengan kasus DBD.

Dari penjelasan tersebut, didapatkan bahwa wilayah dengan hari hujan lebih sedikit justru memiliki jumlah kasus lebih banyak. Hal ini menunjukkan hubungan antara jumlah hari hujan dan kasus DBD tidak linier. Tingginya kasus DBD tidak terjadi ketika sering terjadinya hujan, melainkan ketika jarang terjadi hujan sehingga genangan air stabil.

3. Pengaruh Jumlah Puskesmas dan Puskesmas Pembantu (x_3)

Variabel jumlah puskesmas dan puskesmas pembantu (x_3) tidak terbukti memiliki pengaruh yang signifikan (p-value = 0,42110) terhadap jumlah kasus DBD di Kabupaten Probolinggo.

Variabel ini ditunjukkan dalam statistik deskriptif di mana variansi jumlah puskesmas setiap kecamatan sangat kecil dengan rentang 3-6 unit dan variansi 0,911. Oleh karena itu, jumlah fasilitas kesehatan bukan merupakan prediktor utama kasus DBD dibandingkan faktor lainnya.

4 KESIMPULAN

Analisis ini berhasil menemukan faktor-faktor risiko yang berpengaruh terhadap kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Probolinggo dengan menggunakan Regresi Binomial Negatif yang telah terbukti valid dan superior untuk menangani data kasus DBD di Kabupaten Probolinggo yang mengalami overdispersi.

Sesuai dengan tujuan penelitian, model ini dapat mengidentifikasi faktor risiko dengan baik dan sangat signifikan.

1. Jumlah penduduk (x_1) berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah kasus DBD. Hal ini menegaskan bahwa kepadatan demografis merupakan faktor risiko yang relevan di Kabupaten Probolinggo.
2. Jumlah hari hujan (x_2) berkontradiksi. Dalam analisis ini ditemukan bahwa hasil analisis justru menunjukkan yang sangat signifikan namun berhubungan negatif antara jumlah hari hujan dengan jumlah kasus DBD.
3. Jumlah puskesmas dan puskesmas pembantu (x_3) tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus DBD.

Mengingat pengaruh variabel jumlah penduduk (x_1) yang signifikan, artinya perlu dilakukan pengawasan dan pencegahan yang ketat di kecamatan dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Temuan negatif pada jumlah hari hujan (x_2) juga harus diwaspadai bahwa pencegahan DBD tidak boleh hanya fokus pada musim penghujan, namun pada periode jarang terjadinya hujan juga harus diperketat karena dapat menciptakan genangan air yang stabil sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang menyebarkan virus penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD). Analisis ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo dan pemangku kebijakan terkait agar dapat merumuskan strategi pencegahan dan pengendalian DBD menjadi tepat sasaran pada tahun 2025.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penulis dalam penulisan artikel ilmiah ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Ibu Pismia Sylvi, S.Si., M.Si. atas bimbingan yang telah diberikan dalam penyusunan dan penulisan artikel ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo yang telah menyediakan data yang cukup lengkap sehingga dapat menjadi referensi utama data dalam penelitian ini. Tak lupa, penulis juga menyampaikan terima kasih dan apresiasi sebesar-besarnya kepada keluarga dan rekan-rekan penulis yang telah memberi masukan dan saran kepada penulis selama proses penulisan artikel ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayundasari, D. S., Hastuti, S. H., & Kertanah, K. (2024). Pemetaan kasus DBD di Pulau Lombok menggunakan regresi binomial negatif berbasis geografis. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(2), 497-506. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i2.27460>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2024). *Curah hujan terbesar, curah hujan terkecil, rata-rata hujan dan jumlah hari hujan menurut stasiun penakar di Kabupaten Probolinggo, 2023* [Tabel statistik]. <https://probolinggokab.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTM3NyMx/curah-hujan-terbesar-curah-hujan-terkecil-rata-rata-hujan-dan-jumlah-hari-hujan-menurut-stasiun-penakar-di-kabupaten-probolinggo-2023.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2024). *Jumlah fasilitas kesehatan menurut kecamatan kabupaten di Kabupaten Probolinggo, 2023* [Tabel statistik]. <https://probolinggokab.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTQwOCMx/-jumlah-fasilitas-kesehatan-menurut-kecamatan-kabupaten-di-kabupaten-probolinggo-2023-.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2024). *Jumlah kasus HIV/AIDS, IMS dan DBD menurut kecamatan di Kabupaten Probolinggo, 2022-2023* [Tabel statistik]. <https://probolinggokab.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTQwNyMx/jumlah-kasus-hiv-aids--ims--dan-dbd-menurut-kecamatan-di-kabupaten-probolinggo--2022-2023-.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2024). *Jumlah penduduk menurut kecamatan dan jenis kelamin di Kabupaten Probolinggo, 2023* [Tabel statistik]. <https://probolinggokab.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTM4MCMx/jumlah-penduduk-menurut-kecamatan-dan-jenis-kelamin-di-kabupaten-probolinggo-2023.html>

- Cameron, C., & Trivedi. (1998). Regression analysis of count data. Cambridge University Press.
- Dhahari, N. M., & Sofro, A. Y. (2024). Analisis regresi binomial negatif untuk pemodelan angka positif penyakit kusta di Jawa Timur. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(1), 49-56. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v12n1.p49-56>
- Eminita, V., Kurnia, A., & Sadik, K. (2019). Penanganan overdispersi pada pemodelan data cacah dengan respon nol berlebih (zero-inflated). *Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 71–80. <https://doi.org/10.24853/fbc.5.1.71-80>
- Fatmala, C. T., Hayati, M., Permatasari, R., Hudori, M., & Dalimunthe, D. Y. (2024). Pemodelan jumlah kasus HIV/AIDS di Provinsi Lampung menggunakan regresi binomial negatif. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 6(2), 168-177. <https://doi.org/10.31605/jomta.v6i2.4069>
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 25* (Edisi 9). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ginting, E. (2018). Analisis faktor yang mempengaruhi penyakit demam berdarah dengue dengan menggunakan regresi poisson dan regresi binomial negatif. [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. Academia.edu. <https://www.academia.edu/download/86346269/160823008.pdf>
- Hida, A. A., Robby, R. R., Akbarita, R., & Qomarudin, M. N. H. (2022). Penanganan overdispersi pada faktor-faktor yang mempengaruhi stunting di Kabupaten Blitar menggunakan regresi binomial negatif. Dalam *SENKIM: Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin* (Vol. 2, No. 1, hlm. 87-94). <https://journal.unilak.ac.id/index.php/senkim/article/view/11311>
- Ok, E. (2025). *Utilizing the negative binomial regression model for effective monitoring of rare species populations*. ResearchGate <https://www.researchgate.net/publication/387829110>
- Salim, R. B. P. A., & Anuraga, G. (2025). Pemodelan kejadian penyakit tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat tahun 2023 menggunakan metode Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR). *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 7(2), 891–902. <https://jurnal.fkip.unram.ac.id/index.php/MANDALIKA/article/view/9318>
- Saputro, D. R. S., Susanti, A., & Pratiwi, N. B. I. (2021). The handling of overdispersion on poisson regression model with the generalized poisson regression model. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2326, No. 1, p. 020026). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0040330>
- Syafiqoh, A. J., Mahardika, R., Amaria, S., Winaryati, E., & Al Haris, M. (2024). Pemodelan regresi binomial negatif untuk mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 12(1), 15-23. <https://doi.org/10.24252/msa.v12i1.39450>
- Ustiawaty, J., Pertiwi, A. D., & Aini, A. (2020). Upaya pencegahan penyakit demam berdarah melalui pemberantasan nyamuk aedes aegypti. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 3(2), 200-204. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v3i2.528>
- Zubedi, F., Aliu, M. A., Rahim, Y., & Oroh, F. A. (2021). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi stunting pada balita di Kota Gorontalo menggunakan regresi binomial negatif. *Jambura Journal of probability and statistics*, 2(1), 48-55. <https://doi.org/10.34312/jjps.v2i1.10284>