



## Pemetaan Kualitas Bakteriologis Air Bersih dan Kondisi Lingkungan Berdasarkan Kasus Diare di Kecamatan Kampera, Kabupaten Sumba Timur 2022

Rosywidya Putri Utami<sup>✉</sup>, Rizki Amalia, Narto

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tata Bumi No. 03, Banyuraden, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.

### Informasi Artikel

Diterima 01-09-2023

Disetujui 30-12-2023

Diterbitkan 31-12-2023

### Kata Kunci

Kualias bakteriologis, kondisi lingkungan, diare

### e-ISSN

2613-9219

### Akreditasi Nasional

SINTA 4

### Keyword

Bacteriological quality, environmental conditions, diarrhea

### Corresponding author

[rosywidya37@gmail.com](mailto:rosywidya37@gmail.com)

### Abstrak

**Latar belakang:** Diare merupakan salah satu penyakit berbasis lingkungan, yang salah satu faktor penyebabnya adalah faktor lingkungan, seperti air bersih, sarana pembuangan tinja manusia (jamban), sarana pembuangan air limbah (SPAL), dan tempat pembuangan sampah. Di NTT, diare menjadi salah satu masalah utama yang menjadi perhatian karena angka kesakitan diare yang masih mengalami peningkatan dari tahun 2017-2020 terutama pada Kabupaten Sumba Timur yang memiliki angka prevalensi diare di atas prevalensi diare provinsi dan prevalensi diare nasional. Dengan *Geographic Information System* (GIS), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kualitas bakteriologis air bersih dan kondisi lingkungan berdasarkan kasus diare di Kecamatan Kampera, Kabupaten Sumba Timur tahun 2022. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi observasional dengan pendekatan *incidental retrospective* kasus diare tiga bulan terakhir sebelum penelitian, yaitu Bulan September-November 2022. Kemudian, digambarkan dengan *Geographic Information System* (GIS) dan dianalisis menggunakan metode *Interpolation* dan *Average Nearest Neighbor*. **Hasil:** Sebanyak 49 kasus diare memiliki pola sebaran *clustered* (mengelompok). Sumur gali merupakan jenis sumber air bersih yang paling banyak digunakan dan 68,4% diantaranya mengandung bakteri *E. coli*. Kondisi lingkungan lainnya yang berkaitan dengan penularan penyakit adalah kepemilikan sarana pembuangan tinja manusia (jamban), sarana pembuangan air limbah (SPAL), sarana pembuangan sampah (tempat sampah), dan kandanag hewan ternak. **Kesimpulan:** Zona oranye-merah meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauliru hingga Kelurahan Mauliru bagian selatan merupakan wilayah dengan jumlah bakteri *E. coli* tinggi dan sebagian besar penderita diare tidak memiliki jamban, SPAL, tempat sampah, dan memiliki kandang hewan ternak.

### Abstract

**Background:** Diarrhea is an environment-based disease, which one of the causative factors is environmental factors, such as clean water, human feces disposal facilities (latrines), wastewater disposal facilities, and facilities for disposal of garbage (trash bins). In NTT, diarrhea is one of the main problems of concern because the diarrhea morbidity rate is still increasing from 2017-2020, especially in East Sumba Regency which has a diarrhea prevalence rate above the provincial diarrhea prevalence and national diarrhea prevalence. Using a Geographic Information System (GIS), this study aims to determine the description of the bacteriological quality of clean water and environmental conditions based on diarrhea cases in Kampera District, East Sumba Regency in 2022. **Methods:** This research is an observational study with an incidental retrospective approach to diarrhea cases in the last three months before the study, namely September-November 2022. Then, it was described with a Geographic Information System (GIS) and analyzed using the Interpolation and Average Nearest Neighbor methods. **Results:** A total of 49 cases of diarrhea had a clustered distribution pattern. Dug wells are the most widely used type of clean water source and 68,4% of them contain *E. coli* bacteria. Other environmental conditions related to disease transmission are ownership of human feces disposal facilities (latrines), wastewater disposal facilities, garbage disposal facilities (trash bins), and livestock pens. **Conclusion:** The orange-red zone covers the Kambaniru River basin, the border of Lambanapu Sub-District and Mauliru Sub-District to the southern part of Mauliru Sub-District is an area with high *E. coli* bacteria and most sufferers of diarrhea do not have latrines, wastewater disposal facilities, trash bins, and livestock pens.

## PENDAHULUAN

Diare merupakan kondisi dimana individu mengalami buang air besar (BAB) dengan frekuensi lebih sering dari biasanya yaitu tiga kali atau lebih per hari dengan konsistensi bentuk tinja lebih lembek atau cair(1). Diare berpotensi menyebabkan kematian, karena pengidapnya rentan mengalami dehidrasi. Akibatnya, fungsi organ dan jaringan tubuh tidak bisa bekerja secara optimal dan dapat mengalami komplikasi hingga kematian.

Di Indonesia, penyakit diare merupakan penyakit yang berpotensi menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) dan masih menjadi penyumbang angka kematian terutama pada balita (2). Diare menjadi penyakit menular dengan kasus tertinggi ke-4 setelah ISPA, Pneumonia, dan TB Paru(3). Sampai tahun 2020, diare masih menjadi salah satu masalah utama penyebab kematian pada kelompok neonatal (29 hari-11 bulan) dan balita (12 bulan-59 bulan)(2).

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu provinsi yang masuk dalam daftar daerah tertinggal yang ditetapkan melalui Peraturan Presiden RI Nomor 63 Tahun 2020(4). Dilihat dari segi kesehatan khususnya dari segi kualitas kesehatan lingkungan, hanya 3 (tiga) dari total 22 kabupaten/kota di NTT (13,64%) yang memenuhi kualitas kesehatan lingkungan. Hal tersebut tentunya juga akan berdampak pada kesehatan masyarakat.

Di tahun 2020 NTT masih menjadi provinsi dengan angka kesakitan penyakit yang tinggi secara nasional. Penyakit menular diare menjadi salah satu dari sepuluh masalah utama yang menjadi perhatian karena angka kesakitan diare masih mengalami peningkatan dari tahun 2017-2020. Sedangkan Kabupaten Sumba Timur merupakan salah satu kabupaten di NTT dengan prevalensi diare tertinggi ke-5 dari total 22 kabupaten/kota, mencapai 9,77% (5). Angka ini berada di atas prevalensi diare provinsi (7,05%) nasional (8,0%) (6).

Diare merupakan salah satu penyakit berbasis lingkungan, yang salah satu faktor penyebabnya adalah faktor lingkungan, seperti air bersih, sarana pembuangan tinja manusia (jamban), sarana pembuangan air limbah (SPAL), dan tempat pembuangan sampah. Air sebagai salah satu media penularan penyakit diare dapat terjadi karena tercemar bakteri *E. coli*, dimana bakteri tersebut terdapat pada tinja manusia.

Pemeriksaan yang pernah dilakukan Puskesmas Kambaniru Kab. Sumba Timur pada 60 sumur di Kelurahan Mauluru tahun 2021 menunjukkan hasil seluruh air sumur yang diperiksa mengandung bakteri *E. coli* dan *Coliform* melebihi baku mutu. Air tersebut tidak hanya digunakan untuk kegiatan sanitasi tetapi juga untuk dikonsumsi, dimana hampir seluruh masyarakatnya mengkonsumsi air tersebut secara langsung tanpa dimasak. Berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 (Kemenkes RI, 2017), standar baku mutu air bersih parameter biologi adalah maksimal 0 CFU/100ml untuk *E. coli* dan 50 CFU/100ml. Jika air bersih yang digunakan tidak memenuhi syarat tersebut, maka dapat berisiko mengganggu kesehatan masyarakat. Dimana hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kejadian kasus diare dengan keberadaan *E.coli* pada air sumur(7).

Selain permasalahan air bersih, sarana pembuangan tinja manusia juga masih menjadi perhatian. 4 (empat) desa/kelurahan dari total 8 (delapan) desa/kelurahan di Kecamatan Kambera masih tergolong desa dengan kondisi masyarakat buang air besar sembarangan (BABS) atau belum ODF. Faktor lingkungan lain yang juga dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat adalah sarana pembuangan air limbah, tempat pembuangan sampah, atau sumber pencemar lain seperti kandang ternak.

*Geographic Information System* atau Sistem Informasi Geografi (SIG) adalah suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data, dimana data tersebut merupakan informasi yang bereferensi geografis(8). Di bidang kesehatan Sistem Informasi Geografi (SIG) dapat dimanfaatkan sebagai penentu penyebaran penyakit, termasuk pola dan model penyebarannya. Dengan Sistem Informasi Geografi (SIG), peneliti ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kualitas bakteriologis air bersih dan kondisi lingkungan berdasarkan kasus diare di Kecamatan Kambera, Kabupaten Sumba Timur yang kemudian digambarkan dalam bentuk peta. Melalui pemetaan ini, diharapkan dapat membantu dan mempermudah proses pengendalian masalah kesehatan di wilayah tersebut.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian analitik menggunakan analisis spasial. Desain studi penelitian ini adalah studi observasional dengan pendekatan *incidental retrospective* kasus diare tiga bulan terakhir sebelum penelitian, yaitu Bulan September-November 2022 di Kecamatan Kambera yang tercatat oleh Puskesmas Kambaniru. Kemudian, digambarkan dengan *Geographic Information System* (GIS) berupa pemetaan menggunakan data titik koordinat lokasi kasus diare, sumber air bersih, dan objek lingkungan lainnya yang berkaitan dengan penularan penyakit di sekitar rumah penderita diare. Data diolah menggunakan *software* ArcGis 10.8 dan analisis spasial dilakukan menggunakan metode *Interpolation* dan *Average Nearest Neighbor*.

Wilayah studi penelitian ini adalah mencakup seluruh wilayah kerja Puskesmas Kambaniru, yaitu Kecamatan Kambera, Kabupaten Sumba Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur dan penelitian dilakukan Bulan Desember 2022-Januari 2023 dengan nomor sertifikat kelayakan etik No.DP.04.03/e-KEKP.2/559/2023.

Sampel dalam penelitian ini adalah *total sampling*, yaitu seluruh jumlah populasi kejadian diare pada Bulan September-November 2022 yang tercatat oleh Puskesmas Kambaniru. Objek penelitian ini adalah rumah penderita diare, sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare, dan objek lingkungan lainnya yang berkaitan dengan penularan penyakit di sekitar rumah penderita diare.

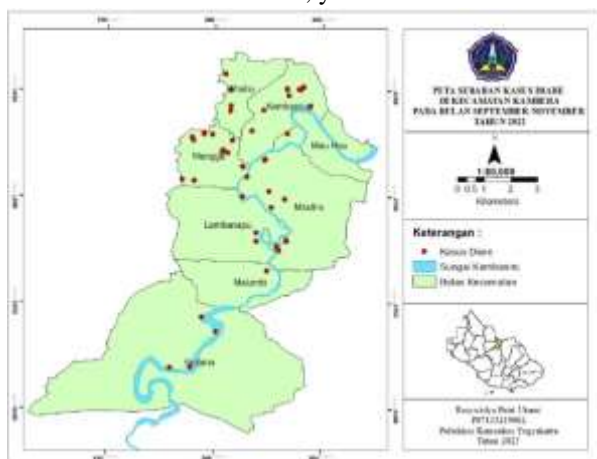
Data sumber air bersih dan kondisi lingkungan diperoleh dari observasi lapangan dan wawancara. Data keberadaan *E. coli* pada sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare diperoleh dari hasil pemeriksaan *E. coli* yang dilakukan dengan pengambilan dan pemeriksaan sampel menggunakan metode 3M *Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate*. Data terkait nama dan alamat penderita diare

diperoleh dari data sekunder Puskesmas Kambaniru. Selanjutnya, data-data yang diperoleh diolah menggunakan *software* ArcGis 10.8. Titik koordinat sumber air bersih dan jumlah *E. coli* diolah menjadi peta kualitas bakteriologis air bersih dan dilakukan analisis spasial menggunakan metode *Interpolation*. Sedangkan titik koordinat objek-objek lingkungan yang berkaitan dengan penularan penyakit tersebut diolah menjadi peta kondisi lingkungan dan dilakukan analisis spasial menggunakan metode *Average Nearest Neighbor*.

## HASIL

### 1. Sebaran Kasus Diare

Sebanyak 49 kasus diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022 tersebar tidak merata di 7 (tujuh) kelurahan/desa dari 8 (delapan) kelurahan/desa, yaitu Desa Kiritana, Kelurahan Malumbi, Kelurahan Lambanapu, Kelurahan Mauluru, Kelurahan Kambaniru, Kelurahan Prailiu, dan Kelurahan Wangga. Hanya 1 (satu) kelurahan yang tidak ditemukan kasus diare, yaitu Kelurahan Mauhau.

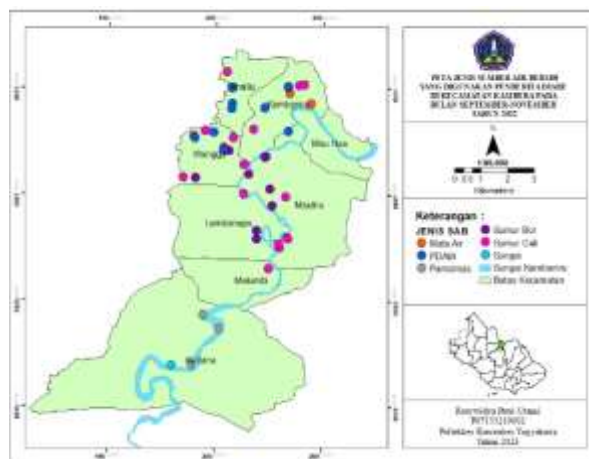


Gambar 1. Peta Sebaran Kasus Diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022

Kasus diare mengelompok di wilayah bagian atas, yaitu Kelurahan Kambaniru, Wangga, dan Prailiu. Selain itu, pada wilayah bagian tengah dan bawah, yaitu Kelurahan Lambanapu, Mauluru, Malumbi, dan Desa Kiritana kasus diare mengelompok di sekitar aliran Sungai Kambaniru. Sesuai dengan hasil analisis spasial menggunakan metode *Average Nearest Neighbor* yang menunjukkan hasil pola sebaran kasus diare tersebut adalah *clustered* atau mengelompok, dengan NN Ratio: 0,632749 (<1), z-score: -4,867, dan p-value 0,000001.

### 2. Sumber Air Bersih yang Digunakan Penderita Diare

Terdapat 6 (enam) jenis sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022, yaitu pamsimas, PDAM, sumur gali, sumur bor, mata air, dan sungai.



Gambar 2. Peta Jenis Sumber Air Bersih yang Digunakan Penderita Diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022

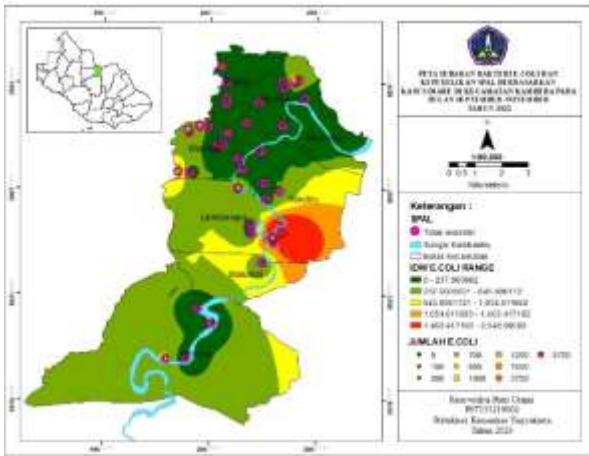
Dari total 45 sumber air bersih, sebanyak 19 (42,2%) merupakan sumur gali, 11 (24,4%) merupakan PDAM, 9 (20%) merupakan sumur bor, 3 (6,7%) merupakan pamsimas, 2 (4,4%) merupakan mata air, dan 1 (2,2%) merupakan sungai. Maka, hasil tersebut menunjukkan bahwa jenis sumber air bersih terbanyak yang digunakan oleh penderita diare adalah sumur gali, yaitu sebesar 42,2%.

### 3. Sebaran Bakteri *E. coli* pada Sumber Air Bersih

Jumlah bakteri *E. coli* di 45 sumber air bersih berkisar antara 0-5.700 CFU/100 ml. Permenkes No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi menetapkan baku mutu parameter *E. coli* adalah 0 CFU/100 ml. Berdasarkan standar baku mutu tersebut, 14 dari 45 (31,1%) sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare mengandung bakteri *E. coli* (>0 CFU/100 ml), sehingga tidak memenuhi standar baku mutu. Sedangkan 31 dari 45 (68,8%) sumber air bersih yang digunakan penderita diare tidak mengandung bakteri *E. coli* (0 CFU/100 ml), sehingga memenuhi standar baku mutu.

Sumber air bersih yang mengandung bakteri *E. coli* atau tidak memenuhi standar baku mutu tersebut adalah sumur gali dan sungai. Pada sumur gali, 13 dari 19 (68,4%) sumur gali mengandung bakteri *E. coli* dengan jumlah berkisar antara 100-5.700 CFU/100 ml. Pada sungai, jumlah bakteri *E. coli* adalah 700 CFU/100 ml. Sedangkan jenis sumber air bersih lainnya yaitu pamsimas, PDAM, sumur bor, dan mata air tidak mengandung bakteri *E. coli* atau jumlah bakteri *E. coli* 0 CFU/100 ml.



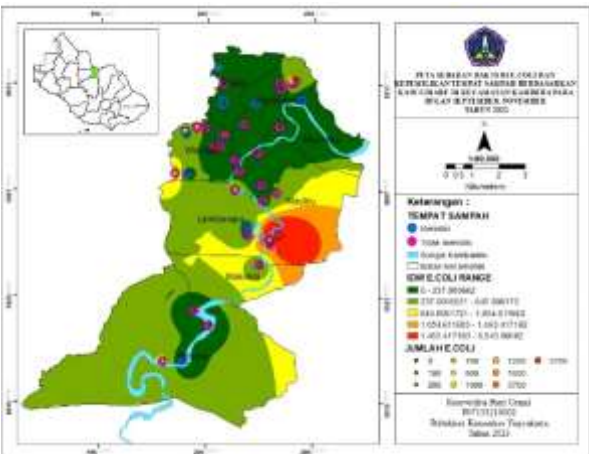


Gambar 6. Peta Sebaran Bakteri *E. coli* dan Kepemilikan SPAL berdasarkan Kasus Diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022

Hasil analisis pola sebaran menggunakan *Average Nearest Neighbor* menunjukkan bahwa pola sebaran sarana pembuangan air limbah (SPAL) adalah *clustered* atau kelompok. Pada peta (Gambar 6) menunjukkan pada zona oranye-merah yang meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauluru hingga Kelurahan Mauluru bagian selatan, seluruh penderita diare tidak memiliki tempat SPAL.

c. Sarana Pembuangan Sampah (Tempat Sampah)

Dari 48 penderita diare, sebanyak 11 (23%) penderita memiliki tempat sampah dan 37 (77%) lainnya tidak memiliki tempat sampah di rumahnya. Sampah domestik yang dihasilkan sehari-hari biasanya dibuang di sekitar rumah. Sampah kemudian dikumpulkan pada lubang galian atau dibakar. Namun terdapat masyarakat yang membiarkan sampah di sekitar rumah tanpa diolah.



Gambar 7. Peta Sebaran Bakteri *E. coli* dan Kepemilikan Tempat Sampah berdasarkan Kasus Diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022

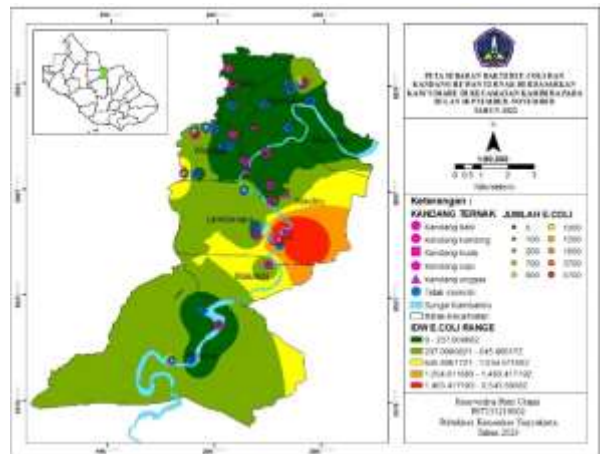
Hasil analisis pola sebaran menggunakan *Average Nearest Neighbor* menunjukkan bahwa pola sebaran

sarana pembuangan sampah (tempat sampah) adalah *clustered* atau kelompok.

Pada peta (Gambar 7) menunjukkan pada zona oranye-merah yang meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauluru hingga Kelurahan Mauluru bagian selatan, seluruh penderita diare tidak memiliki tempat sampah.

d. Kandang Hewan Ternak

Dari 48 penderita diare, sebanyak 22 (45,8%) penderita memiliki hewan ternak sehingga di sekitar rumahnya terdapat kandang ternak. Sedangkan 26 (54,2%) lainnya tidak memiliki hewan ternak. Hewan ternak yang dimiliki beragam, yaitu babi (54,5%), ayam (18,1%), kuda (9%), sapi (9%), dan kambing (9%).



Gambar 8. Peta Sebaran Bakteri *E. coli* dan Kepemilikan Kandang Hewan Ternak berdasarkan Kasus Diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022

Hasil analisis pola sebaran menggunakan *Average Nearest Neighbor* menunjukkan bahwa pola sebaran kandang hewan ternak adalah *clustered* atau kelompok. Pada peta (Gambar 8) menunjukkan pada zona oranye-merah yang meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauluru hingga Kelurahan Mauluru bagian selatan, sebagian besar penderita diare memiliki hewan ternak dan kandang hewan ternak di sekitar rumahnya.

**PEMBAHASAN**

Kecamatan Kambera secara topografis berada di dataran rendah, namun berbukit-bukit. Luas wilayah Kecamatan Kambera adalah 52 km<sup>2</sup>, menjadi kecamatan terkecil di Kabupaten Sumba Timur. Wilayah ini dilintasi Sungai Kambaniru, yang merupakan sungai terbesar di Kabupaten Sumba Timur. Kecamatan Kambera secara administrasi terdiri dari 1 (satu) desa dan 7 (tujuh) kelurahan, yang seluruhnya merupakan wilayah kerja Puskesmas Kambaniru.

Berdasarkan data Puskesmas Kambaniru, jumlah kasus diare di Kecamatan Kambera pada Bulan September-November 2022 adalah 49 kasus dengan 48 penderita.

Terdapat 6 (enam) jenis sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare, yaitu pamsimas, PDAM, sumur gali, sumur bor, mata air, dan sungai. Dari sumber air yang digunakan tersebut, dilakukan pengambilan sampel air untuk diperiksa keberadaan bakteri *E. coli*. Pemeriksaan sampel air tersebut dilakukan oleh peneliti menggunakan metode 3M Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate.

Selain data terkait sumber air bersih dan pemeriksaan bakteri *E. coli* pada sumber air bersih yang digunakan oleh penderita diare, dilakukan juga pengambilan data terkait kondisi lingkungan lain berdasarkan kasus diare tersebut, yaitu kepemilikan sarana pembuangan tinja manusia (jamban), sarana pembuangan air limbah (SPAL), sarana pembuangan sampah (tempat sampah), dan kandang hewan ternak. Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *Geographic Information System* atau Sistem Informasi Geografi (SIG).

### 1. Sebaran Kasus Diare

Dari hasil pemetaan, tampak kasus diare mengelompok di wilayah Kelurahan Kambaniru, Wangga, Prailiu, dan di sekitar aliran Sungai Kambaniru yang termasuk wilayah wilayah Kelurahan Lambanapu, Mauliru, Malumbi, dan Desa Kiritana. Hal ini sesuai dengan hasil analisis spasial yang dilakukan menggunakan metode Average Nearest Neighbor yang menunjukkan hasil pola sebaran kasus diare tersebut adalah clustered atau mengelompok, dengan NN Ratio : 0,632749, z-score : -4,867592, dan p:0,000001.

Metode *Average Nearest Neighbor* mengukur jarak antara setiap fitur/titik dengan tetangga terdekatnya. Hasil z-score dan p-value adalah ukuran signifikansi statistik yang menunjukkan apakah hipotesis nol ditolak atau tidak. Namun, signifikansi statistik untuk metode ini sangat dipengaruhi oleh ukuran wilayah studi. Untuk statistik *Average Nearest Neighbor*, hipotesis nol dinyatakan sebagai fitur didistribusikan secara acak(9). Z-score yang sangat tinggi ( $>1,65$ ) atau sangat rendah ( $<-1,65$ ), dengan p yang sangat kecil ( $<0,10$ ), berada di ujung kurva distribusi normal. Ketika analisis pola menghasilkan p-value yang kecil dan z-score yang sangat tinggi atau sangat rendah, ini menunjukkan bahwa pola spasial yang diamati tidak mungkin mencerminkan pola acak(10).

*Nearest Neighbor Index* atau indeks tetangga terdekat (NN Ratio) dinyatakan sebagai rasio jarak rata-rata yang diamati terhadap jarak rata-rata yang diharapkan. Jarak rata-rata yang diamati adalah jarak rata-rata yang diukur antara satu titik dengan titik lainnya. Jarak rata-rata yang diharapkan adalah jarak rata-rata antara satu titik dengan titik lainnya apabila dalam pola distribusi acak. Jika indeks tetangga terdekat (NN Ratio) $<1$ , pola menunjukkan pengelompokan; jika indeks tetangga terdekat (NN Ratio) $>1$ , kecenderungannya menuju dispersi atau menyebar (9). Hasil pola sebaran kasus diare dengan NN Ratio: 0,632749, z-score: -4,867592, dan p:0,000001 adalah *clustered* atau mengelompok.

Pola persebaran penyakit diare yang mengelompok, akan memberikan kemudahan dalam pencegahan dan pengendalian penyakit ini. Dapat diamati faktor-faktor yang dimungkinkan dapat mempengaruhi penyakit tersebut di setiap titik lokasi yang mengelompok, sehingga pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan tepat.

### 2. Sumber Air Bersih yang Digunakan Penderita Diare

Pada Kelurahan Wangga, Prailiu, dan Kambaniru, jenis sumber air bersih yang digunakan sebagian besar adalah PDAM, sumur gali, sumur bor, dan mata air. Pada Kelurahan Lambanapu, Mauliru, dan Malumbi, jenis sumber air bersih yang digunakan adalah sumur gali dan sumur bor. Sedangkan pada Desa Kiritana, jenis sumber air bersih yang digunakan adalah pamsimas dan sungai. Perbedaan jenis sumber air tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketersediaan fasilitas sarana air bersih, ketinggian wilayah serta jenis tanah, jarak dengan pusat kota, dan kemampuan ekonomi.

Secara topografi, Kecamatan Kambera berada di dataran rendah, namun berbukit-bukit dengan kondisi tanah kapur dan batu karang. Hal ini berpengaruh terhadap jenis sumber air bersih yang digunakan oleh masyarakatnya. Pada wilayah yang landai, cukup mudah untuk masyarakat mendapatkan air tanah dengan membuat sumur. Namun pada wilayah perbukitan, cukup sulit untuk membuat sumur. Sumur gali di wilayah perbukitan sangat dalam, dapat mencapai 30 meter untuk bisa mendapatkan air tanah. Sehingga, alternatif lain yang dipilih masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih adalah menggunakan air PDAM atau membeli air dari mata air yang dijual melalui tangki-tangki distribusi air bersih.

Pada Kelurahan Wangga, Prailiu, dan Kambaniru, jenis sumber air bersih yang digunakan penderita diare sebagian besar adalah PDAM dan sumur gali, sebagiannya lagi menggunakan sumur bor dan mata air. Sebagian besar wilayah ini merupakan perbukitan, sehingga banyak masyarakat yang menggunakan PDAM sebagai sumber air bersih. Untuk sumur gali, keberadaan satu sumur gali biasanya digunakan oleh beberapa rumah. Sedangkan untuk air dari mata air, masyarakat membeli air tersebut melalui tangki-tangki distribusi air bersih.

Pada Kelurahan Lambanapu, Mauliru, dan Malumbi, jenis sumber air bersih yang digunakan penderita diare adalah sumur gali dan sumur bor. Hal ini karena wilayah tersebut merupakan wilayah landai, sehingga masyarakat membuat sumur gali atau sumur bor. Pada wilayah ini keberadaan satu sumur gali juga biasanya digunakan oleh beberapa rumah.

Pada Desa Kiritana, jenis sumber air bersih yang digunakan adalah pamsimas dan sungai. Air pamsimas berasal dari mata air yang berada di sekitar desa tersebut. Air dari mata air tersebut, kemudian dialirkan ke bak-bak

penampungan di sekitar pemukiman penduduk. Namun, masih terdapat masyarakat yang menggunakan air sungai sebagai sumber air bersih, salah satunya adalah penderita diare di desa tersebut. Sungai tersebut adalah Sungai Kambaniru, yang merupakan sungai terbesar di Sumba Timur. Berdasarkan hasil wawancara, penggunaan air sungai tersebut dikarenakan distribusi air pamsimas yang terkendala. Sehingga, masyarakat memanfaatkan air sungai tersebut untuk kebutuhan sehari-hari termasuk air untuk dikonsumsi.

Perbedaan jenis sumber air bersih ini juga dapat dipengaruhi oleh letak geografis masing-masing wilayah. PDAM terdekat berada di pusat Kota Waingapu. Kelurahan Wangga, Kelurahan Prailiu, dan Kelurahan Kambaniru lebih dekat dengan pusat Kota Waingapu sedangkan kelurahan/desa lainnya lebih jauh dari pusat kota. Sehingga layanan PDAM lebih mudah diakses oleh masyarakat di wilayah sekitar pusat kota, dan didukung dengan kemampuan ekonomi masyarakatnya.

### 3. Sebaran Bakteri *E.coli* pada Sumber Air Bersih

Penggunaan air yang tercemar atau air dengan kualitas buruk untuk kegiatan sehari-hari dapat berdampak pada kesehatan, terlebih jika dikonsumsi tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Seperti adanya cemaran bakteri *E. coli* pada air bersih dapat menjadi salah satu faktor penyebab diare. Sejalan dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara identifikasi bakteri *E. coli* pada air bersih dengan kejadian diare diduga akibat infeksi(11).

Pada jenis sumber air bersih sumur gali dan sungai ditemukan adanya kandungan bakteri *E. coli*. Hal ini dimungkinkan karena sumber air tersebut tidak terlindungi dengan baik, sehingga dapat tercemar tinja manusia maupun hewan. Pada sumur gali, kondisi yang terbuka, dinding sumur yang tidak kedap air, dan letaknya yang berdekatan dengan sumber pencemar seperti jamban/septic tank, kandang ternak, dan pembuangan air limbah membuat air sumur gali berisiko tercemar bakteri *E. coli*. Ada pengaruh kondisi fisik sumur gali berupa konstruksi dan jaraknya dengan sumber pencemar terhadap jumlah bakteri *E.coli*(12). Hasil observasi di lapangan juga menunjukkan kondisi bibir sumur gali yang tidak terlalu tinggi dan terbuka dapat mempermudah kontaminasi langsung tinja hewan yang tidak dikendalikan ke air sumur, seperti unggas dan burung yang berada di sekitar sumur dan pemukiman tersebut.

Pada sungai, cemaran tinja manusia dapat terjadi salah satunya karena masih ada masyarakat yang buang air besar di sungai. Hasil wawancara yang dilakukan pada masyarakat oleh sanitarian Puskesmas Kambaniru bersama peneliti diketahui bahwa masih ada masyarakat yang buang air besar di sungai. Seperti yang terlihat pada peta, penderita

diare yang tidak memiliki jamban terlihat di sekitar aliran sungai. Padahal, air sungai tersebut masih dimanfaatkan untuk kegiatan sehari-hari oleh beberapa warga. Seperti di Desa Kiritana, hasil wawancara yang dilakukan pada penderita diare dan masyarakat di sekitarnya, menyatakan bahwa air sungai tersebut digunakan untuk kebutuhan sehari-hari termasuk untuk dikonsumsi. Hal ini dilakukan karena walaupun terdapat pamsimas di desa tersebut, tetapi penyalurannya terkendala sehingga air pamsimas tidak sampai di wilayah masyarakat tersebut dan masyarakat memanfaatkan air sungai yang secara fisik pun berwarna coklat. Kondisi ini diperburuk dengan kebiasaan masyarakat yang mengonsumsi air secara langsung tanpa dimasak terlebih dahulu. Jika dilakukan terus-menerus dalam jangka waktu yang lama maka dapat berisiko terhadap kesehatan yang tidak hanya diare, tetapi juga penyakit lainnya.

Pada jenis sumber air bersih selain sumur gali dan sungai, yaitu pamsimas, PDAM, mata air, dan sumur bor tidak ditemukan kandungan bakteri *E. coli*. Hal ini karena sumber air bersih tersebut terlindungi dengan baik, sehingga tidak tercemar tinja manusia maupun hewan. Dengan demikian, terjadinya diare pada penderita yang menggunakan air bersih tidak mengandung bakteri *E.coli* (zona hijau pada peta) dapat disebabkan oleh faktor lain seperti tidak menerapkan PHBS yaitu cuci tangan pakai sabun dan kebersihan makanan-minuman. Selain itu, diare juga dapat disebabkan bukan karena infeksi (*non-infection*) seperti keracunan makanan, alergi, intoleransi zat tertentu, dan stres(13).

Jumlah keberadaan bakteri *E. coli* tertinggi (3700 dan 5700 CFU/100 ml) berada di Kelurahan Lambanapu bagian paling timur, berbatasan dengan Kelurahan Mauliru. Zona oranye-merah merupakan wilayah yang diperkirakan dapat memiliki risiko yang sama dengan titik yang dianalisis. Zona oranye-merah tersebut meliputi wilayah Kelurahan Mauliru bagian selatan, perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauliru, hingga Kelurahan Malumbi bagian ujung timur. Dengan adanya gambaran zona-zona tersebut, penanganan sumur gali yang mengandung *E. coli* dapat berfokus pada zona kuning, oranye, hingga merah.

### 4. Kondisi Lingkungan Lain

Sebanyak 36 (75%) penderita diare memiliki jamban. Jenis jamban yang dimiliki seluruh penderita diare merupakan jamban leher angsa, namun bangunan bawah jamban atau tempat penyimpanan tinja pada jamban tersebut bukan *septic tank*, melainkan cubluk. Cubluk merupakan lubang galian yang menampung limbah padat (tinja) dan limbah cair, yang kemudian akan meresap langsung ke tanah. Keberadaannya dapat berpengaruh terhadap kualitas air sumur gali di sekitarnya, karena dinding cubluk yang cenderung tidak kedap air. Hal ini juga

berkaitan dengan jarak antara sumber pencemar dengan sumber air. Jarak antara penampungan tinja dengan sumber air seperti sumur gali dapat berpengaruh terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali tersebut(12).

Sebanyak 12 (25%) penderita diare tidak memiliki jamban. Walaupun lebih kecil dari proporsi penderita diare yang memiliki jamban, secara umum angka ini masih cukup besar karena jamban merupakan salah satu sanitasi dasar. Pada peta, pola mengelompok penderita diare yang tidak memiliki jamban ini tampak di beberapa lokasi sekitar aliran Sungai Kambaniru yang meliputi Kelurahan Mauliru, perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Mauliru, dan Desa Kiritana. Lokasi rumah yang berdekatan dengan sungai menjadikan masyarakat memanfaatkan sungai untuk kegiatan sehari-hari, termasuk BAB. Akses air bersih yang kadang terhambat juga menjadi salah satu faktor masyarakat tidak membangun jamban atau jamban yang ada tidak bisa digunakan. Selain itu, rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya jamban sehat menyebabkan masih banyak masyarakat yang tidak membangun jamban di rumahnya.

Seluruh penderita diare (100%) tidak memiliki sarana pembuangan limbah (SPAL). Sarana pembuangan air limbah (SPAL) dimaksudkan agar tidak ada air yang tergenang di sekitar rumah, sehingga tidak menjadi tempat perindukan vektor dan binatang pembawa penyakit serta tidak mencemari lingkungan maupun sumber air. Air limbah domestik seperti air bekas mencuci pakaian, mencuci perabot rumah tangga, mandi dan lain-lain mengandung detergen. Selain itu, air limbah juga dapat mengandung tinja dan urin manusia, seperti ketika membersihkan bayi/balita setelah BAB atau ketika mencuci pakaian bayi/balita yang terkena urin dan tinjanya. Sama halnya dengan tinja orang dewasa, tinja balita juga berbahaya karena mengandung virus atau bakteri dalam jumlah besar(14). Sehingga, SPAL dapat menjadi salah satu faktor risiko cemaran pada sumber air dan media penularan penyakit. Seperti pada hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, bahwa ada hubungan antara kondisi saluran pembuangan air limbah (SPAL) dengan kejadian diare(14)(15). Karena seluruh penderita diare tidak memiliki SPAL, maka permasalahan SPAL ada di semua titik lokasi kasus diare.

Sebanyak 11 (23%) penderita memiliki tempat sampah dan 37 (77%) lainnya tidak memiliki tempat sampah di rumahnya. Sampah yang berserakan atau menumpuk tanpa diolah dapat meningkatkan risiko terjadinya diare, karena dari sampah akan hidup berbagai mikroorganisme patogen serta vektor dan binatang pembawa penyakit yang akan meningkatkan potensi penyebaran penyakit. Pada peta, tampak penderita diare di Kelurahan Mauliru seluruhnya tidak memiliki tempat sampah. Selain itu, penderita diare yang tidak memiliki tempat sampah juga mengelompok di sekitar aliran sungai

antara Kelurahan Lambanapu dan Mauliru, Kelurahan Wangga, dan Kambaniru.

Sebanyak 22 (45,8%) penderita memiliki hewan ternak sehingga di sekitar rumahnya terdapat kandang ternak. Selain jarak antara kandang ternak dan sumur gali, kondisi bibir sumur gali yang tidak terlalu tinggi dan terbuka juga dapat mempengaruhi cemaran air sumur gali. Hal ini dapat mempermudah kontaminasi langsung tinja hewan yang tidak dikandangkan, seperti unggas dan burung yang berada di sekitar sumur dan pemukiman tersebut. Pada peta, keberadaan kandang ternak paling terlihat di Kelurahan Mauliru, serta perbatasan antara Kelurahan Lambanapu dan Mauliru, karena di daerah tersebut masyarakat sebagian besar berkebun dan juga memelihara hewan ternak untuk mendukung perekonomian keluarganya.

## 5. Sebaran Bakteri *E. coli* dengan Kondisi Lingkungan

Sebaran bakteri *E. coli* dianalisis menggunakan interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) yang menggunakan autokorelasi spasial dalam perhitungannya. Nilai yang lebih dekat memiliki efek yang lebih besar sedangkan nilai yang lebih jauh memiliki efek yang lebih kecil(16). Sehingga, muncul zona-zona dengan warna berbeda sesuai dengan nilai titik yang dianalisis.

Hasil analisis sebaran bakteri *E. coli* kemudian dioverlay dengan hasil analisis pola sebaran kepemilikan jamban, SPAL, tempat sampah, dan kandang hewan ternak. Hasil analisis sebaran bakteri *E. coli* menggunakan interpolasi IDW adalah zona hijau-merah. Hasil analisis pola sebaran kepemilikan jamban, SPAL, tempat sampah, dan kandang hewan ternak seluruhnya adalah mengelompok atau *clustered*.

Pola mengelompok yang berada pada zona oranye-merah yang meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauliru hingga Kelurahan Mauliru bagian selatan, menunjukkan penderita diare sebagian besar tidak memiliki jamban, tidak memiliki SPAL, tidak memiliki tempat sampah, dan memiliki kandang hewan ternak. Pada zona oranye-merah tersebut, sumber air bersih yang digunakan adalah sumur gali. Dengan tidak adanya jamban, SPAL, dan tempat sampah, maka dapat menyebabkan limbah-limbah dari sumber pencemar tersebut tidak terkontrol dengan baik sehingga berpotensi mencemari sumber air dan kebersihan lingkungannya buruk. Hal ini tidak hanya meningkatkan risiko cemaran bakteri *E. coli* dan penularan penyakit diare, tetapi juga penyakit menular lainnya.

Pola mengelompok yang berada pada zona hijau yang meliputi Kelurahan Wangga, Prailiu, dan Kambaniru, menunjukkan penderita diare sebagian besar telah memiliki jamban dan tidak memiliki hewan ternak, namun untuk SPAL dan tempat sampah sebagian besar tidak memiliki.



Walau demikian, sumber air bersih yang digunakan sebagian besar adalah PDAM, sehingga potensi cemaran bakteri *E. coli* penyebab diare sangat kecil.

Dengan adanya informasi serta gambaran pada peta terkait zona-zona atau wilayah-wilayah yang lebih berisiko dibandingkan wilayah lainnya, diharapkan dapat memudahkan upaya penanganan dan tindak lanjut bagi permasalahan di setiap wilayah terkait penyakit diare dan kondisi lingkungan di sekitarnya.

## KESIMPULAN

Analisis spasial sebaran kasus diare menghasilkan pola sebaran *clustered* atau mengelompok. Zona oranye-merah meliputi wilayah aliran Sungai Kambaniru perbatasan Kelurahan Lambanapu dan Kelurahan Mauliru hingga Kelurahan Mauliru bagian selatan merupakan wilayah dengan jumlah bakteri *E. coli* tinggi dan sebagian besar penderita diare tidak memiliki jamban, SPAL, tempat sampah, dan memiliki kandang hewan ternak. Studi lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas dari setiap sarana sanitasi yang ada dan cakupan populasi yang lebih besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puskesmas Kambaniru Kabupaten Sumba Timur yang telah memberikan izin serta data/informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Terkhusus untuk sanitarian Puskesmas Kambaniru yang telah membantu dan mendukung selama proses penelitian ini berlangsung, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sumampouw OJ, Soemarno, Andarini S, Sriwahyuni E. Diare Balita: Suatu Tinjauan dari Bidang Kesehatan Masyarakat. 1st ed. Yogyakarta: Deepublish; 2017.
2. Kemenkes RI. Profil Kesehatan Indonesia 2020. 2021.
3. Riskesdas RI. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. Vol. 53, Kementerian Kesehatan RI. 2019.
4. Kementerian Sekretariat Negara. Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 63 Tahun 2020 tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024.
5. Riskesdas NTT. Riset Kesehatan Dasar Povinsi NTT 2018. Jakarta; 2019.
6. Kemenkes RI. Data dan Informasi Profil Kesehatan Indonesia 2018. Vol. 53, Journal of Chemical Information. Jakarta; 2019.
7. Munawarah NH. Analisis Spasial Sebaran Kejadian Diare dengan Keberadaan *E.coli* pada Air Sumur dan Kepadatan Penduduk di Kelurahan Tirtonimolo, Kasihan, Bantul. Skripsi. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta; 2022.
8. Adil A. Sistem Informasi Geografis. 1st ed. Yogyakarta: ANDI; 2017.
9. Esri. Average Nearest Neighbor (Spatial Statistics). 2022.
10. Esri. What is a z-score? What is a p-value?. 2022.
11. Primadani W, Santoso L, Wuyanto MA. Hubungan Sanitasi Lingkungan dengan Kejadian Diare Diduga Akibat Infeksi di Desa Gondosuli Kecamatan Bulu Kabupaten Temanggung. J Kesehat Masy. 2012;1(2):535–41.
12. Muchlis M, Thamrin T, Siregar SH. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Bakteri *Escherichia coli* pada Sumur Gali Penderita Diare di Kelurahan Sidomulyo Barat Kota Pekanbaru. Din Lingkungan Indones. 2017;4(1):18.
13. Tresna S, Rejeki IGA, PS, Wardhani P. Description of Fecal Culture Results in Diarrhea Patients Due To Antibiotic Use. Indones J Clin Pathol Med Lab. 2020;26(2):193–7.
14. Langit LS. Hubungan Kondisi Sanitasi Dasar Rumah Dengan Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Rembang 2. J Kesehat Masy (JKM e-Journal). 2016;4(2):160–5.
15. Yarmaliza Y, Marniati M. Pengaruh Lingkungan Terhadap Kejadian Diare Pada Balita. Semin Nas Kemaritiman Aceh. 2017;1:487–93.
16. GISGeography. Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation. 2023.