

UJI RESISTENSI *Salmonella sp.* TERHADAP PENISILIN, SULFAMETOKSAZOL DAN TETRASIKLIN DARI LIMBAH SAPI PERAH DI KECAMATAN WONOSALAM KABUPATEN JOMBANG

Rafli Dandi Kurniawan*

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
email: rafliidandi19@gmail.com

Abstract

This study aimed to determine the resistance of *Salmonella sp.* to penicillin, sulfamethoxazole and tetracycline antibiotics isolated from dairy farms in Wonosalam District, Jombang Regency. This study used the method of isolation and identification of *Salmonella sp.* through enrichment, SSA culture, Gram staining, biochemical tests and antibiotic resistance tests on Mueller Hilton Agar (MHA) media. The results showed that 100 dairy farm waste samples as many as 8 (8%) samples were positive for *Salmonella sp.* In the MHA media resistance test, 8 isolates (100%) were resistant to penicillin, 0 (0%) isolates were resistant to sulfamethoxazole and tetracycline. A total of 1 (12.5%) of 8 isolates were intermediate to sulfamethoxazole and tetracycline. A total of 7 (87.5%) of 8 isolates were sensitive to sulfamethoxazole and tetracycline. From the results of this study, it can be concluded that penicillin can no longer be used for the treatment of *salmonellosis*, while sulfamethoxazole and tetracycline can be used as the treatment of *salmonellosis*.

Keywords: Resistance, Antibiotic, *Salmonella sp.*, Dairy Cows, Waste.

PENDAHULUAN

Munculnya dan penyebaran bakteri yang resisten terhadap antibiotik merupakan ancaman signifikan bagi kesehatan masyarakat global. Hampir semua antibiotik yang digunakan secara klinis mengalami kemunculan resistensi terhadapnya. Resistensi antibiotik mendesak untuk mengembangkan opsi pengobatan alternatif terapi antibiotik untuk melawan patogen resisten antibiotik (Bhardwaj *et al.*, 2022).

Salmonellosis adalah infeksi bakteri *Salmonella sp.* yang muncul akibat berbagai faktor risiko, antara lain karakteristik inang seperti usia dan status imun, jenis dan kondisi makanan, faktor lingkungan seperti suhu dan kebersihan, kontak langsung dengan hewan, perjalanan internasional, kondisi iklim, serta faktor sosioekonomi. Mengetahui faktor-faktor ini penting untuk pencegahan dan pengendalian penyakit, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan sistem kekebalan terganggu (Lamichhane *et al.*, 2024).

Hasil penelitian April dkk., (2022) menunjukkan adanya peningkatan resistensi *Salmonella sp.* terhadap penisilin. Resistensi

ini sering muncul pada bakteri yang diisolasi dari hewan seperti sapi yang banyak digunakan dalam penelitian resistensi antibiotik. Salah satu penelitian di Lombok Barat menemukan bahwa sekitar 25% dari 20 isolat *Salmonella sp.* yang diuji resisten terhadap penisilin.

Data terbaru di China dari tahun 2023 mengungkapkan bahwa resistensi sulfamethoxazole pada *Salmonella non-tyfoide* relatif rendah, dengan sekitar 8-10% resistensi terdeteksi (Li *et al.*, 2023). Studi terakhir di Asia Timur pada 10 tahun terakhir mengatakan bahwa resistensi sulfametoksazol mencapai angka 33% dimana angka tersebut dapat dikatakan tinggi (Talukder *et al.*, 2023).

Hasil penelitian Sari dkk., (2021) menunjukkan bahwa resistensi *Salmonella sp.* terhadap antibiotik tetrasiklin hanya di angka 11% dari isolat lingkungan peternakan sapi di Aceh. Isolat tersebut diambil dari air di lingkungan peternakan seperti air limbah sebanyak 3 sampel dengan pengulangan 9 kali. Data tersebut mengungkapkan bahwa tetrasiklin terjadi resistensi dengan tingkat yang rendah, dan masih dapat digunakan dalam pengobatan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya selama satu bulan pada bulan Januari. Pengambilan sampel dari Limbah Peternakan di Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain masker, *gloves*, alat tulis, cawan petri steril, bunsen, korek api, erlenmayer, tabung reaksi dan rak tabung, pinset, ose runcing, ose bulat, pipet, batang pengaduk, timbangan, sendok, panci, kompor, kertas label, *cover glass*, *object glass*, *cool box*, penjepit kayu, penggaris, kapas, mikropipet, *yellow tip*, mikroskop, *autoclave* dan *vortex*.

Bahan yang digunakan seperti sampel limbah peternakan, paper disk penisilin 10 µg, paper disk sulfametoksazol 25 µg, paper disk tetrasiklin 30 µg, media *Tetrathionate Broth* (TTB), *Salmonella Shigella Agar* (SSA), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Simmons Citrate Agar* (SCA), *Sulfide Indole Motility* (SIM), *Urease*, *Methyl Red* (MR), *Voges Proskauer* (VP), *Muller Hilton Agar* (MHA), larutan *McFarland* 0,5 ml, larutan KOH 40%, larutan α -naphthol 5%, reagen *kovacs*, larutan *Methyl Red* 1% dan aquades. Bahan pewarnaan Gram yaitu lugol, safranin, kristal violet, Alkohol 96%, *oil emersi*, NaCl Fisiologis, dan Alkohol 70%.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara deskriptif untuk mengidentifikasi adanya resistensi antibiotik penisilin, sulfametoksazol dan tetrasiklin terhadap *Salmonella sp.* dari limbah peternakan sapi perah di Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Sampel penelitian metode deskriptif minimal 10% dari populasi dan jika populasi relatif kecil maka sampel minimal 20% (Adriani, 2019). Sampel diambil dari Peternakan sapi perah pada Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang.

Prosedur Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya swab, tabung reaksi, cawan Petri, mortal dan Erlenmeyer harus disterilkan terlebih dahulu untuk menghindari

kontaminasi bakteri dari sumber lain. Peralatan tadi dicuci dan dikeringkan lalu dimasukkan pada autoklaf kurang lebih selama 30 menit dengan tekanan dua atmosfer pada suhu 121°C agar steril (Melawati dkk., 2019).

Sampel limbah diambil secara acak dengan mengambil di got atau pembuangan limbah dan menempatkan pada pot sampel berisi *tetrathionate broth. Salmonella-Shigella Agar* (SSA) merupakan media selektif dan diferensial yang dirancang untuk isolasi dan identifikasi bakteri *Salmonella* dan *Shigella*. Penumbuhan bakteri media SSA dengan menggunakan metode streak kuadran ke dalam media selanjutnya dilakukan inkubasi di suhu 37°C kurang lebih sekitar 24 jam. Koloni *Salmonella* menghasilkan endapan hitam akibat produksi H₂S, sedangkan *Shigella* membentuk koloni transparan atau bening karena tidak memfermentasi laktosa dan tidak menghasilkan H₂S (Nadhifah dkk., 2024).

Pewarnaan gram dilakukan untuk melihat morfologi dari bakteri yang akan diuji. Hasil pewarnaan gram menunjukkan bakteri gram positif berwarna biru keunguan dan bakteri gram negatif berwarna merah. Sel bakteri dapat dilihat dalam bentuk *coccus* (bulat), basil (batang), atau spiral. Pewarnaan Gram digunakan untuk menunjukkan bakteri di bawah mikroskop dengan jelas dan dapat membedakan bakteri gram negatif dan gram positif (Ulya dkk., 2020).

Pewarnaan Gram dilakukan dengan membersihkan kaca objek dengan alkohol 70%. Teteskan NaCl fisiologis pada kaca objek setelah dibersihkan. Api spiritus digunakan untuk menghangatkan Ose. Koloni bakteri kemudian diambil dengan menggunakan ose bulat, dan suspensi bakteri kemudian dihomogenkan dengan NaCl fisiologis di atas gelas objek hingga berdiameter sekitar 1 cm. Sediaan dibiarkan kering dengan cara dianginkan (*air dry*), kemudian difiksasi dengan cara menjepit dan melewati *object glass* di atas api spiritus kurang lebih 2 sampai 5 kali. Preparat yang sudah difiksasi diberi pewarna kristal violet selama 1 menit, lalu preparat tersebut di basuh dengan air mengalir. Preparat kemudian digenangi dengan lugol selama 1 menit. Setelah itu, preparat dicuci dengan aseton 96% selama 30 detik. Preparat digenangi dengan safranin dan dibiarkan selama 1 menit. Selanjutnya, preparat dicuci dengan air

mengalir dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan. Setelah kering, preparat ditetesi dengan *oil emersi* dan diperiksa di bawah mikroskop dengan pembesaran 1000 kali (Ulya dkk., 2020). Pewarnaan gram dilakukan untuk melihat morfologi dari bakteri yang akan diuji. Hasil pewarnaan gram menunjukkan bakteri gram positif berwarna biru keunguan dan bakteri gram negatif berwarna merah. Sel bakteri dapat dilihat dalam bentuk *coccus* (bulat), basil (batang), atau spiral. Pewarnaan Gram digunakan untuk menunjukkan bakteri di bawah mikroskop dengan jelas dan dapat membedakan bakteri gram negatif dan gram positif (Ulya dkk., 2020).

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) merupakan uji yang digunakan untuk melihat apakah inokulan dapat menghasilkan reaksi dengan H₂S dan asam atau alkali. Pengujian TSIA dilakukan dengan cara menanam dari media *Salmonella Shigella Agar* (SSA), inokulasi biakan murni pada media TSIA dengan cara tusuk sedalam $\frac{3}{4}$ tabung pada butt, gores ose secara zig-zag pada slant agar dan inkubasikan $\pm 1 \times 24$ jam. Media TSIA yang berisi *Salmonella sp.* maka bagian dasar (*butt*) berwarna kuning dan lereng (*slant*) berwarna merah (Albustomi dkk., 2022).

Uji *Simmon Citrate Agar* (SCA) memiliki tujuan untuk mendeteksi kemampuan suatu organisme dalam menggunakan citrate sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Inokulasi pada media SCA dengan cara streak pada permukaan media miring menggunakan jarum ose lalu di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Media SCA yang berisi *Salmonella sp.* akan berubah warna dari hijau menjadi biru dan terdapat gelembung-gelembung karena menghasilkan Natrium Karbonat yang memiliki sifat alkali. Warna biru yang terbentuk pada media SCA dikarenakan adanya indikator *brom thymol blue* (Zain dkk., 2021).

Uji urease digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri untuk mengubah urea menjadi amoniak yang menunjukkan aktifitas enzim urease yang dimiliki. Perubahan warna media dari kuning menjadi merah muda menunjukkan hasil positif, sedangkan tidak ada perubahan warna menunjukkan hasil negatif (Gao *et al.*, 2019). Isolat diinokulasikan pada media urease bagian bawah ditusuk $\frac{3}{4}$ dan digores garis zigzag di

bagian miring, kemudian media diinkubasi pada suhu 37° selama 24 jam. Media urease yang berisi *Salmonella sp.* akan menunjukkan hasil negatif atau tidak akan ada perubahan warna (Gao *et al.*, 2019).

Uji *Sulfide Indole Motility* (SIM) digunakan untuk menguji kemampuan organisme dalam berbagai hal, seperti penguraian sulfur, pembuatan indol, dan motilitas. Inokulasi pada media SIM dengan cara menusuk pada media secara tegak lurus hingga ke tengah media, kemudian media diinkubasi pada suhu 37° selama 24 jam. Media SIM yang berisi *Salmonella sp.* akan menghasilkan H₂S positif yaitu menunjukkan bahwa media berwarna hitam, Indole negatif yaitu menunjukkan tidak ada lapisan merah, dan Motilitas positif yaitu kekeruhan di media (Nadhifah dkk., 2024).

Uji *Methyl Red* (MR) digunakan untuk mendeteksi produksi asam kuat selama fermentasi glukosa oleh bakteri. Prosedur MR yaitu dengan cara kultur bakteri dipindahkan secara aseptis ke dalam larutan glukosa fosfat, diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian ditambahkan 1 tetes reagen *Methyl Red*. Medium yang berisi *Salmonella sp.* lalu diberi reagen *methyl red* akan berubah warna menjadi merah karena bakteri tersebut dapat menghasilkan asam kuat selama fermentasi glukosa (Tiara dkk., 2023).

Uji *Voges Proskauer* (VP) mendeteksi produksi asetoin (prekursor 2,3-butanadiol) yaitu suatu produk akhir dari fermentasi glukosa oleh bakteri tertentu. Prosedur uji VP yaitu kultur bakteri dari media padat ditanam secara aseptik ke dalam larutan glukosa fosfat lalu tambahkan α -naftol dan larutan KOH 40% kemudian media diinkubasi pada suhu 37° selama 24 jam. Medium yang berisi *Salmonella sp.* setelah diberi reagen α -naftol dan kalium hidroksida (KOH) tidak terjadi perubahan warna yaitu warna coklat/kuning kecoklatan atau negatif (-) karena bakteri tersebut tidak menghasilkan asetoin sebagai produk akhir dari fermentasi glukosa (Jajere *et al.*, 2020).

Uji resistensi menggunakan media *Mueller-Hinton Agar* (MHA) merupakan metode standar yang sering digunakan untuk menguji sensitivitas atau resistensi bakteri terhadap antibiotik. MHA adalah medium nutrisi yang ideal untuk uji sensitivitas,

terutama karena komposisinya yang konsisten dan kemampuannya untuk mendukung pertumbuhan berbagai bakteri (Åhman *et al.*, 2020).

Isolat *Salmonella Shigella Agar* (SSA) yang terdapat koloni murni *Salmonella sp.* diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang sudah terisi 5 ml larutan NaCl 0.9% kemudian di vortex untuk dihomogenkan. Tingkat kekeruhan suspensi bakteri distandarisasi dengan menggunakan larutan McFarland 0.5 ml yang menunjukkan konsentrasi bakteri (9×10^8 CFU/ml) kemudian diencerkan suspensi bakteri hingga 10^6 (Silfia dkk., 2022).

Cara pengukurannya dengan membandingkan secara berdampingan dan dinilai dengan cara dibandingkan dengan latar belakang kertas putih dengan garis hitam kontras yang dilakukan oleh dua pengamat di ruangan yang terang. Suspensi dapat ditambahkan koloni bakteri jika kurang keruh sampai didapat tingkat kekeruhan yang sama antara dua pengamat (Rosmania dan Yanti, 2020).

Inokulasi bakteri dilakukan dengan mengambil larutan di tabung reaksi berisi NaCl 0,9% sebanyak 0,1 µL yang telah memenuhi standar *McFarland* 0,5 ml, diambil koloni menggunakan mikropipet, kemudian suspensi bakteri dimasukkan ke dalam media *Mueller Hinton Agar* (MHA) (Silfia dkk., 2022). Permukaan media MHA yang telah ditetesi suspensi bakteri, kemudian diswab dengan cotton swab steril hingga merata. Letakan disk antibiotik di atas permukaan lempeng agar dengan aseptik, selanjutnya inkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Baca dan evaluasi sensitivitas menurut pedoman *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). Daerah di sekitar kertas cakram yang tidak ditumbuhi bakteri diukur dengan menggunakan penggaris (Silfia dkk., 2022).

HASIL

Sampel limbah peternakan diambil menggunakan spuit 1cc kemudian dimasukkan ke media *Tetrathionate Broth* (TTB) dan diinkubasi selama satu hari dengan suhu 37°C. Dari 100 sampel limbah peternakan sapi perah didapatkan

100 sampel yang dapat berubah warna media dari kuning bening menjadi kuning keruh yang menunjukkan bahwa *Salmonella sp.* dapat memetabolisme senyawa sulfur serta dapat tumbuh dalam media dengan konsentrasi sulfat tinggi.

Sampel limbah yang telah melalui tahap enrichment selanjutnya di isolasi pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA). Koloni murni bakteri *Salmonella sp.* didapat dengan melakukan kultur sebanyak tiga kali dan dilakukan pengamatan morfologi pada media SSA secara makroskopis. Hasil pengamatan positif bakteri *Salmonella sp.* ditandai dengan adanya endapan berwarna hitam.

Tabel 4.1 Hasil Kultur Limbah Peternakan

Sampel	Bakteri <i>Salmonella sp.</i>					
	Kultur 1		Kultur 2		Kultur 3	
	Positif	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Negatif
Limbah peternakan sapi perah	91	9	82	18	68	32
Persentase	91%		82%		68%	

Koloni murni bakteri *Salmonella sp.* yang telah di kultur dengan media SSA selanjutnya dilakukan uji Pewarnaan Gram untuk mengetahui morfologi dari bakteri bergram positif atau gram negatif dengan bantuan mikroskop perbesaran 1000x. Hasil uji Pewarnaan Gram positif bakteri *Salmonella sp.* ditandai dengan koloni berwarna merah dan berbentuk batang pendek.

Pengujian biokimia dilakukan setelah pewarnaan Gram dari koloni murni bakteri *Salmonella sp.* pada media SSA. Uji biokimia memiliki beberapa media, yaitu *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Simmons Citrate Agar* (SCA), *Urease*, *Sulfide Indole Motility* (SIM), *Methyl Red* (MR) dan *Voges Proskauer* (VP).

Uji TSIA positif *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan media pada dasar (*butt*) berwarna kuning dan lereng (*slant*) berwarna merah. Uji SCA positif *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan media berwarna biru. Uji Urease positif *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan media tidak berubah warna atau tetap berwarna kuning. Uji SIM positif *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan media berubah warna menjadi hitam, *Indole* negatif yaitu tidak adanya lapisan merah dan *Motility* positif yaitu keruh. Uji MR positif *Salmonella sp.* ditandai

dengan media berubah warna menjadi merah akibat reagen *Methyl Red*. Uji VP positif *Salmonella sp.* ditandai dengan media tidak berubah warna atau tetap berwarna kuning.

PEMBAHASAN

Salmonella sp. merupakan *foodborn disease* yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare, nyeri perut, dan penyakit gastrointestinal lainnya serta jika tidak diobati akan menyebabkan komplikasi seperti pendarahan pada gastrointestinal dan perforasi atau lubang pada intestine. *Salmonella sp.* juga merupakan flora normal pada saluran pencernaan yaitu di usus halus hewan (Zuroida, 2018). *Salmonella sp.* dapat beradaptasi pada lingkungan seperti di air dan tanah karena sifat anaerob fakultatifnya (Lamichhane *et al.*, 2024).

Sapi perah merupakan hewan penghasil susu. Sapi dapat menjadi inang perantara antara hewan dan manusia. *Salmonella sp.* yang menjadi flora normal pada sapi perah dapat menyebarkan penyakit salmonellosis jika populasi sapi dalam suatu wilayah terlalu banyak. Limbah-limbah peternakan mulai dari feses sapi, urin sapi, air bekas membersihkan tempat pakan atau bekas mandi sapi, susu sapi pada perahan pertama dan lain-lainnya jika menumpuk bahkan dibuang sembarangan akan menyebabkan penyebaran bakteri tersebut (Lamichhane *et al.*, 2024).

Hasil penelitian ini didapatkan dari 100 sampel limbah peternakan sapi perah terdapat hasil positif *Salmonella sp.* sebanyak 8 sampel (8%). Hasil positif tersebut didapatkan setelah prosedur penelitian mulai dari pengayaan atau *enrichment* sampai uji biokimia dengan tujuan untuk mendeteksi adanya bakteri *Salmonella sp.*

Berdasarkan hasil isolasi pada media SSA serta pengamatan makroskopis didapatkan sampel bakteri *Salmonella sp.* positif (+) ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan koloni dengan endapan berwarna hitam akibat produksi H_2S . Hasil negatif (-) ditunjukkan dengan adanya koloni bening atau transparan karena tidak memproduksi H_2S (Nadhifah dkk., 2024)

Hasil pewarnaan gram dan pengamatan secara mikroskopis didapatkan hasil positif (+) sampel bakteri *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan koloni berwarna merah berbentuk batang pendek. Hasil negatif (-) sampel bakteri *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan koloni berwarna biru. Bakteri dengan gram negatif memiliki dinding yang tipis sehingga tidak dapat mempertahankan pewarna primer yaitu kristal violet saat di bilas dengan menggunakan alkohol dan mendapatkan warna kemerahan dengan pewarnaan sekunder yaitu safranin (Ulya dkk., 2020).

Hasil uji biokimia melalui beberapa tahapan-tahapan untuk mengetahui sifat-sifat dari bakteri *Salmonella sp.* Hasil uji TSIA menunjukkan media pada dasar (*butt*) berwarna kuning dan lereng (*slant*) berwarna merah akibat adanya H_2S (Albustomi dkk., 2022). Hasil uji SCA menunjukkan media berwarna biru akibat adanya indikator *brom thymol blue* karena bakteri dapat menggunakan citrat sebagai sumber karbon (Zain dkk., 2021). Hasil urease menunjukkan media tidak berubah warna karena tidak dapat menghasilkan amonia (Gao *et al.*, 2019). Hasil uji SIM menunjukkan media berubah warna menjadi hitam karena dapat menguraikan sulfur, *Indole* negatif yaitu tidak adanya lapisan merah dan *Motility* positif yaitu keruh karena kemampuan bakteri *Salmonella sp.* untuk bergerak (Nadhifah dkk., 2024). Hasil uji MR menunjukkan media berubah warna menjadi merah akibat penambahan reagen *Methyl Red* karena bakteri *Salmonella sp.* dapat menghasilkan asam kuat selama fermentasi glukosa (Tiara dkk., 2023). Hasil uji VP menunjukkan media tidak berubah warna karena bakteri *Salmonella sp.* tidak dapat memproduksi asetoin (Jajere *et al.*, 2020).

Hasil penelitian isolasi dan identifikasi *Salmonella sp.* dari sampel limbah peternakan didapatkan hasil 8 (8%) dari 100 sampel. Berdasarkan data tersebut sejalan dengan penelitian Sari dkk. (2021) di Aceh dari 33 sampel yang diambil pada peternakan sapi perah sebanyak 6 (18.8%) sampel positif *Salmonella sp.* Penelitian Parolini *et al.* (2024) di Italia dari 2710 sampel dari limbah peternakan sapi perah sebanyak 120 (4.4%) sampel positif *Salmonella sp.* Penelitian

Mekonnen *et al.* (2022) di Ethiopia dari 150 sampel yang diambil dari peternakan sapi perah sebanyak 4 (2.7%) sampel positif *Salmonella sp.* Dari penelitian yang dilakukan sampel *Salmonella sp.* yang didapat lebih tinggi dibandingkan penelitian lainnya karena sampel yang diambil langsung dari peternak-peternak yang ada di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Bakteri tersebut bisa berasal dari saluran pencernaan sapi perah dan dapat berasal dari luar lingkungan kandang atau cemaran.

Menurut Damasceno *et al.* (2022) peternakan sapi perah di Kentucky, Amerika Serikat memiliki standar operasional yang sangat ketat sehingga sampel limbah yang digunakan kemungkinan kecil terdapat bakteri-bakteri yang dapat menyebabkan masalah kesehatan. Kontrol pembuangan limbah yang memiliki jalur tersendiri hingga pemberian desinfektan dan sterilisasi kandang yang rutin menjadi faktor sedikitnya *Salmonella sp.* yang dapat ditemukan.

Hasil penelitian zona hambat antibiotik Penisilin pada sampel limbah peternakan sapi perah positif *Salmonella sp.* adalah 0.5-2.5mm. Hasil zona hambat antibiotik Sulfametoksazol pada sampel limbah peternakan sapi perah positif *Salmonella sp.* adalah 13-29mm. Hasil zona hambat Tetrasiklin pada sampel limbah peternakan sapi perah positif *Salmonella sp.* adalah 14-26mm.

Berdasarkan hasil penelitian dari 8 sampel bakteri *Salmonella sp.* murni terhadap antibiotik penisilin didapatkan hasil 8 sampel resisten. Hasil terhadap antibiotik sulfametoksazol didapatkan hasil 1 intermediet dan 7 sensitif. Hasil terhadap antibiotik tetrasiklin didapatkan hasil 1 intermediet dan 7 sensitif.

Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) pada tahun 2017, standar kandungan disk antibiotik penisilin sebesar 10µg. Diameter zona hambat sensitif sebesar ≤17mm, intermediet sebesar 14-16mm. dan resisten sebesar ≥13mm. Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) pada tahun 2023, standar kandungan disk antibiotik sulfametoksazol sebesar 25µg. Diameter zona hambat sensitif sebesar ≤17mm, intermediet sebesar 13-16mm dan

resisten sebesar ≥12mm. Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) pada tahun 2024, standar kandungan disk antibiotik tetrasiklin sebesar 30µ. Diameter zona hambat sensitif sebesar ≤15mm, intermediet sebesar 12-14mm dan resisten sebesar ≥11mm.

Hasil penelitian uji resistensi didapatkan pada antibiotik penisilin resistensi sebesar 100%, antibiotik sulfametoksazol sebesar 0% dan tetrasiklin sebesar 0%. Dari hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk. (2022) dari 6 isolat *Salmonella sp.* yang didapat dari limbah peternakan sapi perah sebanyak 6 (100%) isolat resistensi terhadap penisilin. Penelitian Fonseca *et al.* (2024) di Kanada dari 24 isolat *Salmonella sp.* dari sampel limbah sapi perah sebanyak 20 (83%) isolat sensitif terhadap tetrasiklin dan sebanyak 4 (17%) isolat resisten tetrasiklin. Penelitian Pereira *et al.* (2019) di California dari 62 isolat *Salmonella sp.* dari sampel limbah sapi perah sebanyak 60 (97%) isolat sensitif terhadap sulfametoksazol dan sebanyak 2 (3%) isolat resisten terhadap sulfametoksazol.

Antibiotik sulfametoksazol jarang digunakan pada peternakan sapi perah, antibiotik yang sering digunakan adalah penisilin untuk mengatasi infeksi saluran pencernaan termasuk *salmonellosis*. Antibiotik tetrasiklin bisa digunakan untuk mengatasi infeksi saluran pencernaan tetapi penggunaan yang jarang juga menjadi faktor tidak terjadinya resistensi. Simatupang dkk. (2023) menyimpulkan bahwa penggunaan sulfametoksazol dan tetrasiklin yang tidak sebesar penggunaan penisilin juga bisa menjadi faktor tidak terjadinya resistensi di suatu lingkungan tetapi dapat terus meningkat setiap tahunnya.

Menurut *World Health Organization* (2023) faktor yang mempengaruhi tingginya resistensi seperti penggunaan antibiotik penisilin yang berlebihan pada manusia maupun hewan, selain itu dosis yang tinggi serta penggunaan yang tidak habis pakai. Penelitian McDermott *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa sekitar 70% antibiotik global digunakan dalam peternakan sebagai promotor pertumbuhan dan pencegahan penyakit yang menciptakan reservoir gen resistensi di hewan dan produk pangan.

Penisilin merupakan kelompok antibiotik beta-laktam yang terdiri dari beberapa golongan berdasarkan spektrum aktivitas dan stabilitas terhadap enzim beta-laktamase. Penisilin memiliki kemampuan untuk secara efektif membunuh berbagai jenis bakteri. Penisilin menghentikan enzim yang disebut transpeptidase, yang diperlukan untuk pembentukan peptidoglikan, komponen utama dinding sel bakteri. Penisilin bersifat bakterisidal dengan cara menghentikan sintesis dinding sel yang akan menyebabkan sel bakteri menjadi lisis atau pecah (Gaynes, 2017). Resistensi terhadap penisilin terjadi karena bakteri mampu memproduksi enzim yang disebut beta-laktamase yang dapat memecah struktur kimia beta-laktam pada penisilin sehingga membuatnya tidak efektif (Allen *et al.*, 2017).

Sulfametoksazol merupakan antibiotik dari golongan sulfonamida yang digunakan untuk mengobati berbagai infeksi bakteri dengan spektrum aktivitas. Sulfametoksazol bekerja dengan mengganggu sintesis asam folat dalam bakteri, yang esensial untuk pembentukan DNA dan protein sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme. Sulfametoksazol menghambat enzim dihidropteroat sintetase yang berperan dalam sintesis asam folat dalam bakteri (Deconinck *et al.*, 2019). Resistensi terhadap sulfametoksazol melibatkan mutasi pada enzim target (dihidropteroat sintetase) atau produksi enzim alternatif yang tidak terpengaruh oleh penghambatan sulfametoksazol (Ham *et al.*, 2023).

Tetrasiklin merupakan kelompok antibiotik spektrum luas yang bekerja dengan menghambat sintesis protein bakteri melalui pengikatan subunit ribosom 30S pada rantai peptida yang sedang disintesis sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Mekanisme ini bersifat bakteriostatik (Laturkar *et al.*, 2021). Resistensi terhadap tetrasiklin dapat disebabkan oleh mekanisme seperti pengeluaran antibiotik dari dalam sel bakteri melalui pompa efluks atau perlindungan ribosom yang menghambat pengikatan tetrasiklin (Nair *et al.*, 2018).

Resistensi antibiotik setiap tahun meningkat di dunia. Antibiotik yang telah

mengalami resisten dapat tersebar melalui banyak hal seperti lalu lintas ternak, produk hasil ternak, biosekuriti yang tidak memadai dan lain sebagainya. Resistensi antibiotik dapat terjadi ketika bakteri dapat berkembang atau berevolusi untuk pertahanan diri. Resistensi antibiotik juga dapat terjadi akibat cemaran residu antibiotik yang tersebar melalui lingkungan. Antibiotik yang sudah resistensi akan tidak efektif digunakan sehingga dibutuhkan antibiotik terbaru dengan efektifitas yang lebih tinggi (Li *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa resistensi antibiotik terhadap sampel limbah peternakan di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang yaitu resistensi terhadap antibiotik penisilin sebesar 100%, intermediet terhadap antibiotik sulfametoksazol dan tetrasiklin sebesar 12.5% serta sensitive terhadap antibiotik sulfametoksazol dan tetrasiklin sebesar 87.5%. Antibiotik penisilin tidak efektif untuk pengobatan *salmonellosis*. Antibiotik sulfametoksazol dan tetrasiklin masih efektif digunakan untuk pengobatan *salmonellosis*.

REFERENSI

- Agwuh, K.N., and A. MacGowan, 2006. *Pharmacokinetics And Pharmacodynamics Of The Tetracyclines Including Glycylcyclines*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 58(2): 256-265.
- Åhman, J., E. Matuschek, and G. Kahlmeter, 2020. *EUCAST Evaluation Of 21 Brands Of Mueller–Hinton Dehydrated Media For Disc Diffusion Testing*. Clinical Microbiology and Infection. 26(10): 1412.e1-1412.e5.
- Albustomi, Y., D.R. Wijayanti, dan S. Septi, 2022. *Cemaran Bakteri Salmonella Sp Dan Higienis Sanitasi Pada Daging Ayam Dirumah Ayam Potong UD Berkah Putri Mandiri*. Journal of Medical Laboratory and Science. 2(1): 9-15.
- Allen, H.B., C. Hossain, N. Abidi, M. Larijani, and S.G. Joshi, 2017. *Penicillin: The Old/New Wonder Drug*. Advanced

- Techniques in Biology & Medicine. 5(1): 1-6.
- Amam, A., M.W. Jadmiko, P.A. Harsita, dan M.S. Poerwoko, 2019. *Model Pengembangan Usaha Ternak Sapi Perah Berdasarkan Faktor Aksesibilitas Sumber Daya*. Jurnal Sain Peternakan Indonesia. 14(1): 61-69.
- Andriani, D. P., 2019. *Metode Sampling*. Malang: UB Press. Debrina lecture.
- Anggita, D., S. Nurisyah, dan E.P. Wiriansya, 2022. *Mekanisme Kerja Antibiotik: Review Article*. UMI Medical Journal. 7(1): 46-58.
- April, B.R., A.L.D. Agustin, C.D. Atma, dan K. Tirtasari, 2022. *Detection of Antibiotic Resistance Salmonella Sp Isolated from Layer Chicken Farm in Sesaot West Lombok*. Media Kedokteran Hewan. 33(1): 18.
- Ardiansyah, B. K., dan A. Ma'rifah, 2020. *Pemberdayaan Peternak Sapi Perah Di Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam Oleh Dinas Peternakan Kabupaten Jombang*. J-3P (Jurnal Pembangunan Pemberdayaan Pemerintahan), 103-125.
- Artati, A., Z. Armah, dan A.Y. Anwar, 2021. *Uji sensitivitas berbagai jenis antibiotik terhadap Salmonella sp yang diisolasi dari penderita demam typhoid*. Jurnal Media Analis Kesehatan. 12(1): 25-34.
- Bhardwaj, S., P. Mehra, D.S. Dhanjal, P. Sharma, V. Sharma, R. Singh, E. Nepovimova, C. Chopra, and K. Kua, 2022. *Antibiotics And Antibiotic Resistance-Flipsides Of The Same Coin*. Current Pharmaceutical Design. 28(28).
- Chen, S.H., C.H. Parker, T.R. Croley, and M.A. McFarland, 2021. *Genus, Species, And Subspecies Classification Of Salmonella Isolates By Proteomics*. Applied Sciences (Switzerland). 11(9).
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2017. *CLSI M100-ED27: 2017 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 27th Edition*. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2023. *CLSI M100-ED33: 2023 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 33th Edition*.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2024. *CLSI M100-ED34: 2024 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 34th Edition*.
- Damasceno, F.A., G.B. Day, J.L. Taraba, C.E.A. Oliveira, R.R. Andrade, K.D.M. Frigeri, F.M.C. Vieira, M. Barbari and G. Bambi, 2022. *Compost Dairy Barn Layout and Management Recommendations in Kentucky: A Descriptive Study*. Animals. 12(3).
- Deconinck, L., A. Dinh, C. Nich, T. Tritz, M. Matt, O. Senard, S.Bessis, T. Bauer, M. Rottman, J. Salomon, F. Bouchand, and B. Davido, 2019. *Efficacy Of Cotrimoxazole (Sulfamethoxazole-Trimethoprim) As A Salvage Therapy For The Treatment Of Bone And Joint Infections (BJIs)*. PLoS ONE. 14(10): 1-14.
- Donaliazarti. 2022. *Mekanisme Resistensi Terhadap Anti Mikroba*. Collaborative Medical Journal (CMJ). 5(3): 37-45.
- Firmansyah, D., dan Dede, 2022. *Teknik Pengambilan Sampel Umum Dalam Metodologi Penelitian: Literature Review*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik. 1(2): 85-114.
- Fonsesca, M., L.C. Heider, H. Stryhn, J.T McClure, D. Leger, D. Rizzo, S. Dufour, J.P. Roy, D.F. Kelton, D.L. Renaund, H.W. Barkema, and J. Sanchez, 2024. *Frequency of isolation and phenotypic antimicrobial resistance of fecal Salmonella enterica recovered from dairy cattle in Canada*. Journal of Dairy Science. 107(4): 2357-2373.
- Gao, B., X. Chen, X. Huang, K. Pei, Y. Xiong, Y. Wu, H. Duan, W. Lai, and Y. Xiong, 2019. *Urease-induced metallization of gold nanorods for the sensitive detection of Salmonella enterica Choleraesuis through colorimetric ELISA*. Journal of Dairy Science. 102(3): 1997-2007.
- Gaynes, R., 2017 *The discovery of penicillin—new insights after more than 75 years of clinical use*. Emerging Infectious Diseases. 23(5): 849–853.
- Ham, D.C., L. Fike, H. Wolford, L. Lastinger,

- M. Soe, J. Baggs, and M.S. Walters, 2023. *Trimethoprim-Sulfamethoxazole Resistance Patterns Among Staphylococcus Aureus In The United States, 2012-2018*. Infection Control and Hospital Epidemiology. 44(5): 794–797.
- Hanjaya, K., A. Raikhani, dan H. Nurohmah, 2018. *Perencanaan Mikrohidro Untuk Penerangan Kandang Sapi Di Galengdowo Jombang*. SinarFe7. 1(1): 40-45.
- Hutchings, M., A. Truman, and B. Wilkinson, 2019. *Antibiotics: past, present and future*. Current Opinion in Microbiology. 51(Figure 1): 72–80.
- Jajere, I., B. Mustapha, and A. Mashood, 2020. *Phenotypic Characterization of Salmonella enterica from Chickens in Some Selected Local Governments of Yobe State*. 7(October): 76–94.
- Jurkovich, V., P. Hejel, and L. Kovács, 2024. *A Review of the Effects of Stress on Dairy Cattle Behaviour*. Animals. 14(14): 1-16.
- Lamichhane, B., A.M.M. Mawad, M. Saleh, W.G. Kelley, P.J. Harrington, C.W. Lovestad, J. Amezcua, M.M Sarhan, M.E. El Zowalaty, H. Ramadan, M. Morgan, and Y.A. Helmy, 2024. *Salmonellosis: An Overview of Epidemiology, Pathogenesis, and Innovative Approaches to Mitigate the Antimicrobial Resistant Infections*. Antibiotics. 13(1).
- Laturkar, K., E. Bompilwar, S. Polshettiwar, S. Jagdale, and B. Kuchekar, 2021. *Overview On Doxycycline-And Its Adverse Reactions*. Int J Adv Pharm Biotech. 7(2): 8-11.
- Li, W., H. Han, J. Liu, B. Ke, L. Zhan, X. Yang, D. Tan, B. Yu, X. Huo, X. Ma, T. Wang, S. Chen, Y. Sun, W. Chen, Y. Li, C. Liu, Z. Yang, and Y. Guo, 2023. *Antimicrobial resistance profiles of Salmonella isolates from human diarrhea cases in China: an eight-year surveillance study*. One Health Advances. 1(1): 1-8.
- Lukman, A.Z., 2014. *Pemilihan Antibiotik yang Rasional*. Medicinus. 27(3): 40-45.
- Macheboeuf, P., C. Contreras-Martel, V. Job, O. Dideberg, and A. Dessen, 2006. *Penicillin Binding Proteins: Key Players In Bacterial Cell Cycle And Drug Resistance Processes*. FEMS Microbiology Reviews. 30(5): 673-691.
- Maharmah., 2016. *Resistensi Bakteri Gram Positif Terhadap Antibiotik di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Lampung*. Analis Kesehatan. 5(1): 467-473.
- McDermott, P.F., S. Zhao, and H. Tate, 2018. *Antimicrobial Resistance in Nontyphoidal Salmonella*. ASM Journal. 6(4).
- Mekonnen, H., H. Alemayehu, M. Girma, and T. Eguale, 2022. *Occurrence and antimicrobial susceptibility of Salmonella in feces and milk samples of lactating dairy cows in Addis Ababa, Ethiopia*. Ethiopian Veterinary Journal. 26(1): 68-81.
- Melawati, B., Fakhurrazi, dan M. Abrar, 2019. *Deteksi bakteri salmonella sp pada ikan asin talang-talang (scomberoides tala) di kecamatan Leupung Aceh Besar*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner. 3(3): 175-180.
- Mufidah, A.D., dan I.R. Adi, 2018. *Pemberdayaan Masyarakat Oleh PT Nestle Indonesia Melalui Kelompok Sapi Perah Budi Luhur*. Jurnal Ilmu Kesejahteraan Sosial. 19(2): 109.
- Mumbo, M.T., E.N. Nyaboga, J.K. Kinyua, E.K. Muge, S.G.K. Mathenge, H. Rotich, G. Muriira, R. Njiraini, and J.M. Njiru, 2023. *Antimicrobial Resistance Profiles Of Salmonella Spp. And Escherichia Coli Isolated From Fresh Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) Fish Marketed For Human Consumption*. BMC Microbiology. 23(1): 1-18.
- Nadhifah, A., D. Furtuna, dan A. Ratnasari, 2024. *Analisis Angka Lempeng Total Bakteri Dan Keberadaan Salmonella Typhi Pada Saus Cabai Jajanan Pedagang Di Lingkungan Universitas Palangka Analysis Of Total Plate Count Of Bacteria And The Presence Of Salmonella Typhi In Chili Sauce In The Palangka Raya Uni*. Jurnal Riset Teknologi Laboratorium Medis. 1(1): 35-44.
- Nair, D.V.T., K. Venkitanarayanan, and A.K.

- Johny, 2018. *Antibiotic-resistant Salmonella in the food supply and the potential role of antibiotic alternatives for control*. Foods. 7(10).
- Parolini, F., G. Ventura, C. Rosignoli, R.S. Nodari, M. D'incal, L. Marocchi, G. Santucci, M. Boldini, and M. Gradassi, 2024. *Detection and Phenotypic Antimicrobial Susceptibility of Salmonella enterica Serotypes in Dairy Cattle Farms in the Po Valley, Northern Italy*. Animals. 14(14):2043.
- Pratiwi, R. H., 2017. *Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen Terhadap Antibiotik*. Jurnal Pro-Life. 4(3): 418-429.
- Pereira, R., D.R. Williams, P. Rossitto, J. Adaska, E. Okello, J. Champagne, T.W. Lehenbauer, X. Li, J. Chase, T. Nguyen, A.F.A. Pires, E.R. Atwill, and S.S. Aly, 2019. *Association between herd management practices and antimicrobial resistance in Salmonella spp. from cull dairy cattle in Central California*. PeerJ.
- Rosmania, R. dan F. Yanti, 2020. *Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan metode Spektrofotometri*. Jurnal Penelitian Sains. 22(2): 76.
- Mumbo, M.T., E.N. Nyoboga, J.K. Kinyua, E.K. Muge, S.G.K. Mathenge, H. Rotich, G. Murrira, B. Njiraini, and J.M. Njiru, 2023. *Antimicrobial Resistance Profiles Of Salmonella Spp. And Escherichia Coli Isolated From Fresh Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) Fish Marketed For Human Consumption*. BMC Microbiology. 13(1): 637-652.
- Sari, F.W., R. Ferasyi, Rizali, Erina, A. Hamzah, Rinidar, dan M.A.K. Daud. 2021. *Uji Resistensi Salmonella Sp Yang Diisolasi Dari Air Di Lingkungan Kandang Ternak Sapi Aceh*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET). 5(2): 108-113.
- Setiawan, F., C.A. Fadillah, F.N. Wafa, M.R. Hendari, S.G. Putri, T. Nurhayati, dan Y. Febriyanti, 2023. *Penyuluhan Penggunaan Antibiotik Yang Tepat Dan Benar Dalam Upaya Pencegahan Resistensi Antibiotik*. JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri). 7(4): 3681.
- Silfia, M., I. Fauziah, dan S. Sartini, 2022. *Uji Sensitivitas Erythromycin dan Chloramphenicol Terhadap Salmonella sp.* Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA). 4(1): 40-46.
- Simatupang, E. G. H., K.D.P.K. Wardana, dan D. Ivanka, 2023. *Epidemiologi Dan Resistensi Antibiotik Salmonella Typhi Dan Paratyphi A Pada Kasus Demam Tifoid Di Jakarta: A Systematic Literature Review*. Jurnal Ilmu Psikologi dan Kesehatan (SIKONTAN). 2(2): 173-184.
- Talan, D. A., W.R. Mower, A. Krishnadasan, F.M. Abrahamian, F. Lovecchio, D.J. Karras, M.T. Steele, R.E. Rothman, R. Hoagland, and G.J. Moran, 2016. *Trimethoprim–Sulfamethoxazole versus Placebo for Uncomplicated Skin Abscess*. New England Journal of Medicine. 374(9): 823–832.
- Talukder, H., S.A. Roky, K. Debnath, B. Sharma, J. Ahmed, and S. Roy, 2023. *Prevalence and Antimicrobial Resistance Profile of Salmonella Isolated from Human, Animal and Environment Samples in South Asia: A 10-Year Meta-analysis*. Journal of Epidemiology and Global Health. 13(4): 637-652.
- Tiara, T.W.H., E.N. Amelia, W. Tyasningsih, J. Rahmahani, R.N. Praja, A. Yudhana, M. Nurwartanti, dan F. Fikri, 2023. *First Case Report Of Salmonella Spp. Infection In Homalopsis Buccata Snake*. Media Kedokteran Hewan. 34(2): 128–134.
- Ulya, N. N., I. Fitri, dan D.I. Widyawati, 2020. *Gambaran Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri Salmonella typhi dan Salmonella paratyphi pada Penderita Demam Tifoid*. Jurnal Sintesis. 1(2): 40-46.
- Vebriyanti, E., I.I. Arief, S. Salundik, dan P. Dewi, 2022. *Karakteristik Mikroorganisme, pH dan Unsur Hara Urin Sapi Perah di Daerah Bogor, Jawa Barat*. Jurnal Agripet. 22(2): 133–140.
- Wang, J., and S. Wang, 2018. *Microbial Degradation Of Sulfamethoxazole In The Environment*. Applied Microbiology and Biotechnology. 102(8): 3573-3582.

- WHO, 2023. Antimicrobial Resistance.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
[6 Mei 2025]
- Zain, R., S. Hidanah, R. Damayanti, dan S.H. Warsito, 2021. *Detection of Salmonella sp. on Bulk Meatballs and Packaged Meatballs at Sepanjang Market, Sidoarjo*. Journal of Applied Veterinary Science And Technology. 2(2): 31.
- Zuroida, R., 2018. *Cages Sanitation and Health Complaints Among Dairy Farmers in Murukan Village, Jombang*. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 10(4): 434.