

HASIL PENELITIAN

ANALISIS MIKROBIOLOGI *Salmonella* sp. PADA UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)

Microbiological Analysis of Salmonella sp. in Tiger Shrimp (Penaeus monodon)

Ade Apriansen¹, Tyas Wara Sulistyaningrum^{1*}, Zakiah¹, Akhmad Fakhrizal Nur²

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan UPR

²Stasiun Pengendalian dan Pengawasan Mutu Hasil Kelautan dan Perikanan Palangka Raya

*corresponding author: lilis_tyasningrum@fish.upr.ac.id

(Diterima/Received : 15 Agustus 2026, Disetujui/Accepted: 09 September 2026)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendeteksi adanya kontaminasi bakteri *Salmonella* sp. pada sampel udang windu (*Penaeus monodon*) serta memastikan bahwa produk perikanan memenuhi standar mutu dan keamanan pangan yang berlaku. Pengujian dimulai dengan penyiapan ruang laboratorium untuk pelaksanaan praktek pengujian, serta persiapan bahan yang digunakan sebagai media dalam pengujian bakteri *Salmonella* sp. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi terhadap alat dan bahan berupa *glassware* yang akan digunakan dalam pengujian, untuk memastikan bahwa tidak ada kontaminasi yang dapat memengaruhi hasil pengujian bakteri *Salmonella* sp. Proses sterilisasi ini juga diulang setelah penggunaan untuk memusnahkan bakteri yang mungkin masih menempel pada peralatan. Berdasarkan hasil pengamatan pada media selektif dan serangkaian uji biokimia terhadap isolat dari sampel udang windu (*Penaeus monodon*), dapat disimpulkan bahwa isolat yang diperoleh menunjukkan karakteristik yang tidak sepenuhnya sesuai dengan profil *Salmonella* sp. Pada media selektif, hasil pengamatan pada HEA dan BSA menunjukkan kesesuaian dengan karakter *Salmonella* sp. melalui terbentuknya koloni hitam akibat produksi H₂S, sedangkan hasil pada media XLD tidak sesuai karena koloni berwarna putih tanpa titik hitam. Isolat dari sampel udang windu tidak dapat dikonfirmasi sebagai *Salmonella* sp. Meskipun menunjukkan beberapa karakter yang serupa, seperti produksi H₂S, sitrat positif, indol negatif, dan VP negatif, terdapat sejumlah hasil yang tidak sesuai dengan karakter khas *Salmonella* sp., yaitu urease positif, malonat positif, serta fermentasi laktosa dan sukrosa positif. Karakteristik tersebut lebih mengarah pada bakteri dari famili *Enterobacteriaceae*, khususnya *Citrobacter* sp., yang diketahui dapat menghasilkan H₂S dan membentuk koloni hitam pada media selektif sehingga sering menyerupai *Salmonella* sp. Oleh karena itu, diperlukan uji konfirmasi lanjutan, seperti uji serologis atau identifikasi molekuler, untuk menentukan identitas isolat secara lebih akurat.

Kata kunci: mikrobiologi, *Salmonella* sp., udang windu.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the potential presence of *Salmonella* sp. in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and evaluate the microbiological safety of the sample in relation to applicable food safety standards. The analysis involved laboratory preparation, preparation of culture media, sterilization of laboratory equipment and glassware, and microbiological examination using selective media and biochemical identification tests. Sterilization was performed before and after testing to minimize contamination and ensure the reliability of the analytical procedures. The results revealed that the isolates obtained from tiger shrimp exhibited biochemical characteristics that did not fully correspond to the typical profile of *Salmonella* sp. Black colonies were observed on Hektoen Enteric Agar (HEA) and Bismuth Sulfite Agar (BSA), suggesting hydrogen sulfide (H₂S) production, whereas white colonies without black centers were observed on Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar. Biochemical testing revealed positive citrate, urease, and malonate reactions, as well as positive lactose and sucrose fermentation, while indole and Voges-Proskauer (VP) tests yielded negative results. These findings were inconsistent with several characteristic biochemical reactions of *Salmonella* sp. and suggested the possibility of other members of the family *Enterobacteriaceae*, particularly *Citrobacter* spp., which may exhibit similar colony morphology and H₂S production. Therefore, the isolates could not be conclusively identified as *Salmonella* sp. based on the tests performed. Further confirmatory analyses, including serological testing or molecular identification, are required to establish the identity of the isolates accurately.

Keywords: microbiology, *Salmonella* sp., tiger shrimp.

PENDAHULUAN

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas perikanan bernilai ekonomis

tinggi yang banyak dibudidayakan di wilayah tropis, termasuk Indonesia, karena memiliki pertumbuhan cepat dan permintaan pasar yang tinggi. Spesies ini dikenal memiliki ukuran tubuh besar serta toleransi

yang cukup baik terhadap variasi lingkungan, sehingga potensial untuk dikembangkan dalam sektor akuakultur.

Salmonella sp. merupakan bakteri Gram-negatif berbentuk batang dari famili Enterobacteriaceae yang dapat hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan serta mampu bertahan di berbagai kondisi lingkungan. *Salmonella* sp. dapat mencemari produk perikanan melalui air yang terkontaminasi, peralatan yang tidak higienis, maupun penanganan oleh manusia yang kurang memperhatikan sanitasi. Infeksi *Salmonella* sp. pada manusia dapat menyebabkan penyakit salmonellosis dengan gejala seperti diare, demam, kram perut, dan dalam kasus tertentu dapat menimbulkan komplikasi serius.

Pengujian *Salmonella* sp. pada produk perikanan merupakan salah satu langkah utama dalam sistem pengawasan keamanan pangan karena berfungsi sebagai upaya pencegahan terhadap risiko kontaminasi bakteri patogen. Dalam rantai produksi perikanan, mulai dari penangkapan, pengolahan, hingga distribusi, produk sangat rentan terpapar mikroorganisme berbahaya akibat sanitasi yang kurang baik, penanganan yang tidak higienis, atau kondisi lingkungan yang terkontaminasi. Pengujian mikrobiologi, khususnya terhadap *Salmonella* sp., dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar keamanan pangan sebelum sampai ke konsumen. Menurut Andrews et al. (2020) dalam Bacteriological Analytical Manual, deteksi *Salmonella* sp. dilakukan melalui serangkaian metode laboratorium yang sistematis, seperti tahap pra-pengayaan (pre-enrichment), pengayaan selektif (selective enrichment), isolasi pada media selektif, hingga uji konfirmasi biokimia dan karbohidrat. Tahapan ini dirancang untuk meningkatkan peluang mendeteksi bakteri *Salmonella* sp. meskipun jumlahnya sangat sedikit dalam sampel.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan alat bedah, sarung tangan dan jas lab, masker, aluminium foil, tisu, alat tulis, nampan bedah, jarum ose, gelas ukur, inkubator, bundsen, oven, autoclave, kertas label, tabung reaksi, kapas, laminar air flow, stomacher, erlenmeyer, timbangan analitik, plastik sampel, cawan petri, rak tabung, hot plate, mikro pipet, penjepit, pipet filter, stirer bar.

Bahan yang digunakan udang windu, Lactose Broth (LB), Xylose Lysine Desoxycholate (XLD), Bismuth Sulfite Agar (BSA), Tetrathionate Borth (TTB), Hectoen Enteric Agar (HEA), Alkohol, Rappaport- Vassilliadis (RV), Akuades.

Prosedur Kerja

1. Pengujian *Salmonella* sp. diawali pada tahap persiapan (H-1) dengan menyiapkan media Lactose Broth (LB) sebanyak 225 ml untuk setiap sampel. Selanjutnya pada hari pertama dilakukan pengkayaan awal dengan menimbang sampel sebanyak 25 gram, kemudian dimasukkan ke dalam 225 ml LB dan dihomogenkan selama ± 2 menit. Suspensi kemudian diinkubasi selama 24 ± 2 jam pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Selain itu, disiapkan media Tetrathionate Broth (TTB) dan Rappaport-Vassiliadis (RV) masing-masing sebanyak 9 ml dalam tabung reaksi.
2. Pada hari kedua dilakukan tahap pengkayaan selektif, dimana dari hasil inkubasi LB diambil 1 ml untuk diinokulasikan ke dalam TTB dan diinkubasi pada suhu $43 \pm 0,2^\circ\text{C}$ selama 24 ± 2 jam, serta 0,1 ml diinokulasikan ke dalam RV dan diinkubasi pada suhu $42 \pm 0,2^\circ\text{C}$ selama 24 ± 2 jam. Selanjutnya disiapkan media selektif padat yaitu XLD (Xylose) (Hektoen Enteric Agar), dan BSA (Bismuth Sulfite Agar), masing-masing sebanyak dua cawan (untuk TTB dan RV). Inokulasi dilakukan dari media TTB dan RV ke media padat menggunakan ose bulat.
3. Pada hari ketiga, media padat diinkubasi selama 24 ± 2 jam pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Selain itu, disiapkan media uji lanjutan berupa TSIA (Triple Sugar Iron Agar), LIA (Lysine Iron Agar), TSA miring, dan UREA untuk identifikasi lebih lanjut.
4. Hari keempat dilakukan pengamatan terhadap koloni yang tumbuh pada media selektif. Koloni tersangka *Salmonella* sp. ditandai dengan ciri-ciri pada media XLD berwarna merah jambu dengan atau tanpa inti hitam, pada HEA berwarna hijau kebiruan dengan atau tanpa inti hitam, serta pada BSA berwarna coklat hingga abu-abu kehitaman, kadang tampak metalik. Koloni yang dicurigai kemudian diinokulasikan ke media TSIA, LIA, TSA miring, dan UREA, lalu diinkubasi selama 24 ± 2 jam pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Selain itu, disiapkan media uji biokimia seperti MIO, Sitrat, Dulcitol dengan tabung Durham, Laktosa dengan Durham, Sukrosa dengan Durham, MRVP, dan Malonat.
5. Pada hari kelima dilakukan pembacaan hasil awal, dimana isolat dengan hasil UREA positif tidak dilanjutkan, sedangkan yang UREA negatif dilanjutkan ke tahap uji biokimia. Karakteristik awal *Salmonella* sp. ditunjukkan oleh hasil LIA positif (berwarna ungu) dengan kemungkinan menghasilkan H_2S serta TSIA menunjukkan reaksi A/K dengan atau tanpa gas dan H_2S . Koloni dari TSA miring kemudian diinokulasikan ke berbagai media biokimia seperti MIO, Sitrat, Dulcitol, Laktosa, Sukrosa,

MRVP, dan Malonat, lalu diinkubasi pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan waktu inkubasi yang bervariasi, yaitu MIO selama 24 jam, Laktosa dan Sukrosa selama 24-48 jam, VP dan Malonat selama 48 jam, serta Dulcitol, Sitrat, dan MR selama 96 jam.

6. Pada hari keenam dilakukan pembacaan hasil uji MIO khususnya pada parameter indol, serta pengamatan pada media Dulcitol, Laktosa, dan Sukrosa, yang apabila belum menunjukkan perubahan maka dilanjutkan inkubasinya.
7. Pada hari ketujuh dilakukan pembacaan hasil uji VP dan Malonat, serta pengamatan lanjutan terhadap hasil Dulcitol, Laktosa, dan Sukrosa untuk memastikan karakteristik biokimia isolat yang diuji..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan pada media selektif dan uji biokimia, diperoleh bahwa pada media XLD koloni berwarna putih yang menunjukkan tidak adanya fermentasi xilosa secara khas, sedangkan pada media HEA dan BSA terbentuk koloni berwarna hitam serta bintik-bintik hitam yang menandakan adanya produksi H_2S . Hasil uji TSIA menunjukkan pola miring asam dan dasar asam dengan H_2S positif serta tanpa pembentukan gas, yang mengarah pada bakteri enterik penghasil H_2S , namun pada uji LIA diperoleh hasil miring asam dengan H_2S negatif dan tanpa gas yang tidak sepenuhnya sesuai dengan karakter *Salmonella* sp. Uji urea menunjukkan hasil positif (warna ungu/merah muda), sementara secara umum *Salmonella* sp. bersifat urea negatif. Hasil uji biokimia lainnya menunjukkan malonate dan sitrat positif, serta indol, MR, dan VP negatif. Pada uji fermentasi karbohidrat, dulcitol tidak difermentasi, tetapi laktosa dan sukrosa difermentasi, yang merupakan karakter yang bertentangan dengan sifat khas yang *Salmonella* sp. umumnya tidak memfermentasi kedua gula tersebut. Dengan demikian, meskipun terdapat beberapa indikasi yang mengarah pada *Salmonella* sp., adanya hasil yang menyimpang menunjukkan bahwa isolat tersebut belum dapat dipastikan sebagai *Salmonella* sp. dan kemungkinan merupakan bakteri lain dengan karakteristik serupa.

Salmonella sp. merupakan bakteri patogen yang dapat ditemukan pada udang windu (*Penaeus monodon*) akibat kontaminasi dari lingkungan perairan, limbah, maupun penanganan yang kurang higienis. Bakteri ini termasuk dalam kelompok Enterobacteriaceae dan dikenal sebagai penyebab penyakit pada manusia. Keberadaan *Salmonella* sp. pada udang tidak memengaruhi tampilan fisik secara langsung, namun sangat berbahaya jika dikonsumsi. Pengkayaan bakteri *Salmonella* sp pada udang windu (*Penaeus monodon*) dilakukan menggunakan media selektif seperti RV (Rappaport-Vassiliadis)

dan TTB (Tetrathionate Broth) untuk meningkatkan jumlah bakteri target sebelum tahap identifikasi lanjutan. Media RV bekerja dengan memanfaatkan kondisi selektif berupa kandungan magnesium klorida tinggi dan malachite green yang menghambat pertumbuhan bakteri lain, sehingga *Salmonella* sp. dapat tumbuh lebih dominan (ISO 6579-1:2017). Sementara itu, media TTB mengandung tetrathionate dan empedu yang berfungsi menekan bakteri non-target serta mendukung pertumbuhan *Salmonella* sp. (FDA, 2020). Penggunaan kedua media ini penting karena *Salmonella* sp. pada sampel udang biasanya berada dalam jumlah rendah atau dalam kondisi stres, sehingga memerlukan tahap pengkayaan untuk meningkatkan peluang deteksi (Bhunja, 2018). Inkubasi pada media RV umumnya dilakukan pada suhu lebih tinggi dibandingkan TTB untuk meningkatkan selektivitas terhadap *Salmonella* sp. (ISO 6579-1:2017). Dengan demikian, kombinasi RV dan TTB efektif dalam memperkaya bakteri target dari sampel udang sebelum dilakukan analisis lebih lanjut (Andrews *et al.*, 2020).

Pada media XLD (Xylose Lysine Deoxycholate Agar), hasil pengamatan menunjukkan koloni pada sampel udang berwarna putih pucat. Secara teori, bakteri *Salmonella* sp. pada media XLD biasanya membentuk koloni merah dengan titik hitam di tengah akibat produksi hidrogen sulfida (H_2S). Tidak terbentuknya titik hitam pada hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakteristik khas *Salmonella* sp. belum terlihat secara optimal atau kemampuan produksi H_2S pada isolat rendah (Andrews *et al.*, 2011; Difco, 2009).

Pada media HEA (Hektoen Enteric Agar), koloni tampak berwarna hitam. Warna hitam tersebut menunjukkan adanya pembentukan H_2S yang merupakan salah satu ciri bakteri *Salmonella* sp. Media HEA digunakan untuk membedakan bakteri enterik berdasarkan kemampuan fermentasi gula dan produksi H_2S , sehingga hasil pada media ini mengarah pada dugaan positif adanya *Salmonella* sp. dalam sampel udang (MacFaddin, 2000; ISO 6579:2017).

Pada media BSA (Bismuth Sulfite Agar), koloni terlihat berwarna hitam dengan bagian sekitar lebih terang. Media BSA merupakan media yang sangat selektif untuk isolasi *Salmonella* sp. karena bakteri mampu mereduksi sulfat menjadi sulfida sehingga menghasilkan koloni hitam atau hijau kehitaman. Hasil pengamatan pada media ini menunjukkan karakteristik yang cukup khas terhadap keberadaan *Salmonella* sp. pada sampel (BAM FDA, 2020).

Hasil uji TSIA menunjukkan reaksi A/A, H_2S (+), dan gas (-). Reaksi A/A berarti terjadi fermentasi glukosa serta laktosa/sukrosa sehingga seluruh media menjadi asam (kuning), yang merupakan hasil negatif untuk *Salmonella* sp.

karena bakteri ini umumnya hanya memfermentasi glukosa (K/A). Adanya H_2S (+) merupakan indikator positif yang sesuai dengan karakter *Salmonella* sp. (Ryan & Ray, 2014). Tidak terbentuknya gas (gas negatif) masih dapat terjadi pada beberapa strain, sehingga tidak terlalu spesifik. Pada uji LIA diperoleh reaksi asam (A) tanpa perubahan ungu, yang menunjukkan hasil negatif karena *Salmonella* sp. biasanya mampu mendekarboksilasi lisin sehingga menghasilkan warna ungu (positif) (MacFaddin, 2000). Pada uji urea diperoleh hasil negatif, yang ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna menjadi merah muda/ungu. Hasil ini merupakan indikator positif untuk dugaan *Salmonella* sp., karena bakteri ini memang tidak menghasilkan enzim urea. Sebaliknya, bakteri seperti *Proteus* biasanya menunjukkan urea positif (Forbes *et al.*, 2016). Hasil ini membantu menyingkirkan kemungkinan beberapa bakteri lain.

Pada uji malonat menunjukkan hasil positif (Malonate +), yang berarti bakteri mampu memanfaatkan natrium malonat sebagai sumber karbon dalam proses metabolismenya. Pemanfaatan malonat menghasilkan suasana basa yang menyebabkan media berubah warna menjadi biru (Cappuccino & Sherman, 2014).

Pada uji indol menunjukkan hasil negatif (Indol -), yang berarti bakteri tidak mampu menghasilkan indol dari pemecahan asam amino triptofan karena tidak memiliki enzim triptofanase. Hasil negatif ditandai dengan tidak terbentuknya cincin merah setelah penambahan reagen Kovac (MacFaddin, 2000).

Pada uji Methyl Red (MR) menunjukkan hasil negatif (MR -), yang berarti bakteri tidak menghasilkan asam campuran dalam jumlah besar dan stabil dari fermentasi glukosa. Media tetap berwarna kuning atau oranye setelah penambahan indikator methyl red, yang menandakan bakteri menghasilkan produk fermentasi netral (Holt *et al.*, 1994).

Uji Voges-Proskauer (VP) menunjukkan hasil negatif (VP -), yang berarti bakteri tidak menghasilkan asetoin sebagai produk akhir fermentasi glukosa. Tidak terbentuknya warna merah setelah penambahan reagen α -naftol dan KOH menunjukkan hasil negatif pada uji VP (MacFaddin, 2000).

Pada uji sitrat menunjukkan hasil positif (Citrate +), yang berarti bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon pada media Simmons citrate. Penggunaan sitrat menghasilkan suasana basa sehingga media berubah warna dari hijau menjadi biru (Cappuccino & Sherman, 2014).

Pada uji fermentasi dulcitol menunjukkan hasil negatif (Dulcitol -), yang berarti bakteri tidak mampu memfermentasi dulcitol sehingga tidak

menghasilkan asam maupun gas pada media pengujian (Forbes *et al.*, 2007).

Pada uji fermentasi sukrosa menunjukkan hasil positif (Sukrosa +), yang berarti bakteri mampu memanfaatkan sukrosa sebagai sumber energi melalui proses fermentasi. Fermentasi sukrosa menghasilkan asam yang menyebabkan perubahan warna media menjadi kuning (Hadioetomo, 1993).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan pada media selektif dan serangkaian uji biokimia terhadap isolat dari sampel udang windu (*Penaeus monodon*), dapat disimpulkan bahwa isolat yang diperoleh menunjukkan karakteristik yang tidak sepenuhnya sesuai dengan profil *Salmonella* sp.

Pada media selektif, hasil pengamatan pada HEA dan BSA menunjukkan kesesuaian dengan karakter *Salmonella* sp. melalui terbentuknya koloni hitam akibat produksi H_2S , sedangkan hasil pada media XLD tidak sesuai karena koloni berwarna putih tanpa titik hitam. Isolat dari sampel udang windu tidak dapat dikonfirmasi sebagai *Salmonella* sp. Meskipun menunjukkan beberapa karakter yang serupa, seperti produksi H_2S , sitrat positif, indol negatif, dan VP negatif, terdapat sejumlah hasil yang tidak sesuai dengan karakter khas *Salmonella* sp., yaitu urease positif, malonat positif, serta fermentasi laktosa dan sukrosa positif. Karakteristik tersebut lebih mengarah pada bakteri dari famili *Enterobacteriaceae*, khususnya *Citrobacter* sp., yang diketahui dapat menghasilkan H_2S dan membentuk koloni hitam pada media selektif sehingga sering menyerupai *Salmonella* sp. Oleh karena itu, diperlukan uji konfirmasi lanjutan, seperti uji serologis atau identifikasi molekuler, untuk menentukan identitas isolat secara lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, W. H., Jacobson, A., & Hammack, T. (2011). *Salmonella*. In *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. U.S. Food and Drug Administration.
- Andrews, W. H., Wang, H., Jacobson, A., & Hammack, T. (2020). *Salmonella*. In *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. U.S. Food and Drug Administration.
- BAM FDA. (2020). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 5: Salmonella*. U.S. Food and Drug Administration.

- Bhunias, A. K. (2018). Foodborne Microbial Pathogens: Mechanisms and Pathogenesis (2nd ed.). New York: Springer.
- Cappuccino, J. G., & Sherman, N. (2014). Microbiology: A Laboratory Manual (10th ed.). Pearson Education.
- Difco. (2009). Difco and BBL Manual: Manual of Microbiological Culture Media. BD Diagnostic Systems.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *The state of world fisheries and aquaculture 2016: Contributing to food security and nutrition for all*. FAO.
- Food and Drug Administration. (2020). Bacteriological Analytical Manual (BAM): Salmonella. U.S. Food and Drug Administration.
- Forbes, B. A., Sahm, D. F., & Weissfeld, A. S. (2007). Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology (12th ed.). Mosby Elsevier.
- Forbes, B. A., Sahm, D. F., & Weissfeld, A. S. (2016). *Bailey & Scott's diagnostic microbiology* (13th ed.). Elsevier.
- Hadioetomo, R. S. (1993). Mikrobiologi Dasar dalam Praktek. Gramedia Pustaka Utama.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. (1994). Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (9th ed.). Williams & Wilkins.
- International Organization for Standardization. (2017). ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp. Geneva: ISO.
- ISO 6579:2017. (2017). Microbiology of the Food Chain — Horizontal Method for the Detection, Enumeration and Serotyping of Salmonella. International Organization for Standardization.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2020). *Panduan program Merdeka Belajar–Kampus Merdeka (MBKM)*. Kemendikbudristek.
- MacFaddin, J. F. (2000). *Biochemical tests for identification of medical bacteria* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2008). Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2. UI Press.
- Ryan, K. J., & Ray, C. G. (2014). *harris medical microbiology* (6th ed.). McGraw-Hill Education.