

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Broiler

Salah satu jenis unggas yang unggul yang merupakan hasil persilangan dari beberapa jenis ayam dan mempunyai daya produktivitas yang tinggi khususnya pada produk daging adalah ayam broiler. (Subowo dan Saputra, 2019). Ayam broiler adalah suatu komoditas ternak yang paling banyak dicari di Indonesia karena harganya yang terjangkau dan ketersediaannya yang mudah. Daging ayam broiler mengandung nutrisi protein hewani yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan meningkatkan kecerdasan masyarakat (Priyambodo dkk., 2021).

Ternak yang paling ekonomis adalah ayam broiler, karena memiliki kelebihan dan kecepatan dalam peningkatan produksi daging dalam waktu yang relatif singkat yaitu antara waktu 4-5 minggu produksi daging sudah dapat didagangkan dan dikonsumsi oleh manusia dengan bobot badan sekitar 1,2-1,9 kg/ekor. Ayam broiler mempunyai kelebihan seperti pertumbuhan yang relatif cepat dengan bobot badan yang tinggi dalam waktu yang singkat, pemberian pakan yang rendah, menghasilkan daging dengan kualitas yang empuk dan siap dipotong pada usia muda (Subowo dan Saputra, 2019). Daging dari ayam broiler umumnya ditandai dengan ciri penumpukan daging yang baik, ukuran dada yang lebih besar, kulit yang halus, serat daging yang halus, panjang, dan empuk, warnanya keputihan atau merah pucat, dan tidak terdapat lemak di antara serat dagingnya (Repi dkk., 2022).

Ayam broiler merupakan salah satu jenis unggas yang memiliki potensi yang besar dalam menghasilkan daging, ini disebabkan oleh masa pemeliharaan ayam

broiler yang relatif singkat sehingga memungkinkan pertumbuhan tubuh yang cepat dan kemampuan mengubah pakan menjadi daging berkualitas tinggi (Lantowa dkk., 2021).



Gambar 2.1 Ayam Broiler (Fuadi dan Yustendi, 2018).

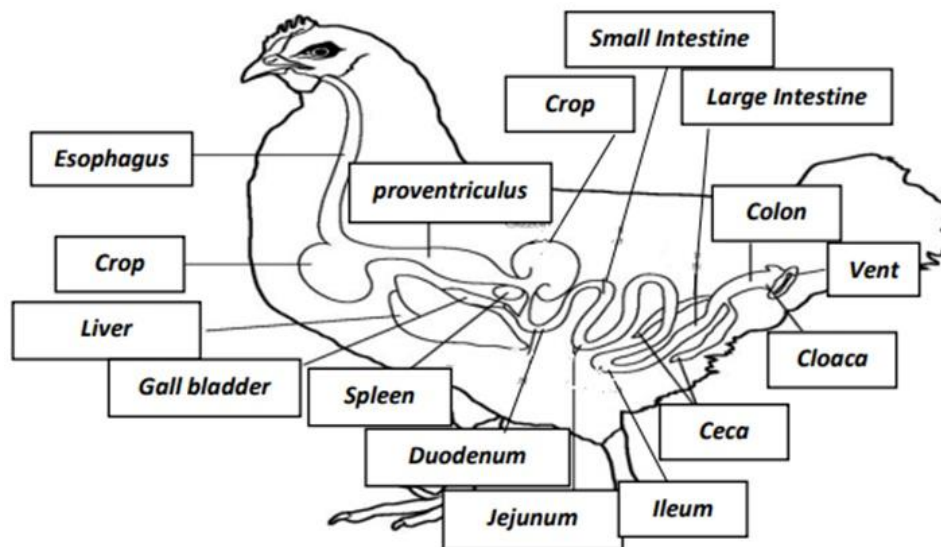
Ayam broiler memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. kelebihan dari ayam broiler antara lain daging yang empuk, keseragaman yang lebih tinggi, ukuran badan yang besar, serta bentuk dada yang tebal, penuh dan padat. Namun adapun kekurangan ayam broiler adalah sulitnya beradaptasi dan rentan terhadap pada suatu infeksi penyakit sehingga memerlukan sistem pemeliharaan yang lebih intensif (Daryatmo, 2021). Klasifikasi pada ayam broiler menurut jurnal Fuadi & Yustendi (2018) adalah sebagai berikut: kingdom: *Animalia*, sub kingdom: *Metazoa*, filum: *Chordata*, sub filum: *Vertebrata*, devisi: *Carinathae*, kelas: *Aves* ordo: *Galliformes*, famili: *Phasianidae*, genus: *Gallus* spesies: *Gallus gallus domestica*.

2.2 Sistem Pencernaan

Saluran pencernaan ayam broiler adalah organ vital yang bertanggung jawab untuk mencerna makanan dan memiliki fungsi imunologis. Organ usus merupakan tempat berlangsungnya penyerapan nutrisi secara optimal pada saat usus dalam kondisi yang sehat. Kesehatan dari usus dipengaruhi oleh populasi mikroba yang ada di dalam usus atau bakteri yang mendiami usus tersebut (Pertiwi dan Yudiarti, 2017). Usus halus berfungsi sebagai organ yang utama untuk pencernaan dan penyerapan produk yang dicerna. Secara anatomi usus halus dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Kesehatan sistem pencernaan pada ayam broiler dapat ditunjukkan melalui pertumbuhan bobot dan panjang saluran pencernaan, serta perkembangan vili usus yang optimal untuk meningkatkan penyerapan nutrisi pada ayam (Satimah dkk., 2019).

Usus halus adalah saluran yang berbelit-belit yang memiliki panjang yang signifikan dan ditutupi oleh lipatan-lipatan kecil yang disebut vili atau jonjot-jonjot usus. Pada ayam dewasa, organ usus halus yang panjang antara 62 inci atau sekitar 1,5 meter. Kapasitas pencernaan dan penyerapan zat-zat makanan pada ayam broiler dapat dipengaruhi oleh luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan-lipatan tersebut, serta banyaknya villi dan mikrovilli yang memperluas daerah penyerapan. Secara anatomi sistem pencernaan ayam broiler cukup sederhana, pendek, dan efisien, karena ayam broiler merupakan unggas yang berlambung tunggal (monogastrik) yang tersusun dari paruh, rongga mulut, esopagus, tembolok (*crop*), proventrikulus, ventrikulus yang memiliki dinding tebal, usus halus yang terdiri dari duodenum, jejunum, dan ileum, serta usus besar yaitu sekum, rektum, dan

kloaka (Dael dkk., 2021). Saluran pencernaan pada unggas berperan dalam mengubah nutrisi yang terkandung dalam makanan menjadi monosakarida, asam amino, dan asam lemak, hal ini memungkinkan zat-zat tersebut diserap oleh usus sebagai sumber energi dan untuk membangun senyawa lain yang diperlukan untuk metabolisme (Apriliyani dkk., 2016).



Gambar 2.2 Saluran pencernaan ayam (Clavijo and Flórez, 2018).

Bakteri *Escherichia coli* dalam keadaan normal ditemui di dalam saluran pencernaan ayam, terdapat 10-15% bakteri *Escherichia coli* patogen yang ditemukan didalam usus ayam yang sehat. Daerah yang paling umum pada usus untuk menemukan bakteri *Escherichia coli* antara lain Jejunum, Ileum, dan Sekum. Bakteri jenis *Escherichia coli* yang terdapat pada usus tidak selalu sama dengan jenis bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada jaringan lain (Suripta, 2008).

2.2.1 Paruh dan *Oropharynx*

Paruh adalah struktur mirip mulut pada unggas yang terdiri dari rahang bawah dan rahang atas yang dilapisi dengan lapisan tanduk. Paruh berperan dalam proses makan dan minum pada unggas, serta dapat menghasilkan saliva (air liur). Makanan yang diambil oleh paruh akan masuk kedalam mulut dan didorong oleh gerakan lidah yang membantu proses menelan makanan, selanjutnya dengan bantuan saliva atau air liur makanan akan lebih mudah masuk kedalam kerongkongan. Struktur paruh pada setiap unggas memiliki perbedaan antara bentuk dan ukuran. Bentuk, ukuran, dan warna paruh disesuaikan dengan jenis makanan yang di konsumsi. Mulut pada ayam dikenal sebagai *oropharynx* (mulut dan faring) (Tumbilung dkk., 2014).

2.2.2 Esophagus dan Tembolok (*crop*)

Esophagus merupakan saluran dengan dinding tipis yang bertugas mengalirkan makanan dari mulut ke proventrikulus. Secara umum pada unggas esophagus dibagi menjadi esophagus *servikal* dan esophagus *torakal*. Esophagus dapat membentang dari bagian bawah leher hingga menuju ke rongga dada dan berakhir pada proventrikulus (Dael dkk., 2021). Esophagus *servikal* adalah bagian dari esophagus yang berfungsi untuk mengangkut makanan yang ditelan dari mulut ke tembolok yang kemudian disimpan dan dilunakan sebelum masuk ke bagian selanjutnya dari pencernaan. Makanan yang telah melewati esophagus *servikal* memiliki jumlah yang tidak banyak, sehingga akan disalurkan kembali oleh esophagus *torakal*. Esophagus *torakal* memiliki fungsi untuk mengaliskan makanan dari tembolok dengan porsi yang lebih besar dan membutuhkan ruang yang lebih

besar agar makanan dapat diteruskan ke proventrikulus. Tembolok atau *crop* adalah tempat dimana unggas seperti ayam menyimpan cadangan makanan atau cadangan biji-bijian sebelum makanan tersebut diproses lebih lanjut dalam saluran pencernaan (Dael dkk., 2021).

2.2.3 Lambung

Lambung pada ayam broiler maupun kelompok unggas lainnya, terdiri dari proventrikulus dan ventrikulus/*gizzard* (Novelina dkk., 2011). Proventrikulus atau perut kelenjar adalah bagian dari lambung sejati yang terhubung ke kerongkongan yang menggunakan asam hidroklorit dan enzim pepsin untuk melakukan pencernaan makanan secara kimiawi. Ventrikulus terdiri dari otot polos yang padat dan kuat. Organ viseral ventrikulus memiliki fungsi utama dalam memproses bahan makanan dalam bentuk globuler. Enzim yang dihasilkan oleh organ ventrikulus meliputi asam klorida dan pepsinogen yang kemudian diaktifkan menjadi pepsin. Aktivitas yang dilakukan oleh ventrikulus dapat mempengaruhi oleh ukuran dari ventrikulus tersebut (Lestari dkk., 2020).

2.2.4 Usus Halus

Usus halus merupakan organ utama tempat berlangsungnya proses pencernaan dan penyerapan produk pencernaan. Selain itu, usus halus juga berperan dalam menjaga sistem kekebalan tubuh. Secara struktural, usus halus terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu duodenum, jejunum, dan ileum (Satimah dkk., 2019).

Duodenum memiliki dinding yang mampu mensekresikan getah usus dan berbagai enzim pemecah gula yang berguna dalam proses pencernaan. Enzim-

enzim ini membantu memecah makanan yang dicerna, sehingga memudahkan kelarutan dan penyerapan nutrisi saat mencapai jejunum dan ileum. Hal ini mengakibatkan kemampuan penyerapan nutrisi semakin meningkat seiring dengan perjalanan makanan melalui usus halus (Watu dkk., 2018). Duodenum merupakan pusat tempat terjadi suatu lipolisis di dalam tubuh. Vili yang terdapat pada usus halus memiliki perbedaan pada bagian duodenum, jejunum, dan ileum yang masing-masing berkaitan dengan fungsi pencernaan. Jejunum sebagai bagian terpanjang dari usus halus yang berfungsi sebagai tempat penyerapan nutrisi lanjutan yang sebelumnya telah diserap oleh duodenum. Histologi jejunum pada ayam broiler ditandai dengan epitel kolumnar selapis yang memiliki vili lebih pendek dan lebar daripada yang terdapat di duodenum. Mayoritas vili di jejunum memiliki bentuk apikal yang tumpul dan basal yang lebih luas. Ileum disisi lain berperan sebagai tempat pertumbuhan bakteri dalam saluran pencernaan dan memiliki fungsi utama dalam menyerap air dan mineral (Satimah dkk., 2019).

Organ jejunum mempunyai ciri khas pada pemeriksaan mikroskopis yang berfungsi untuk memperluas permukaan absorpsi. Ciri khas yang dimiliki oleh jejunum pada pemeriksaan mikroskopis adalah terlihat adanya erosi vili, hemoraghi, nekrosis liquefaktif, dan infiltrasi sel radang (Haryo *et al.*, 2021).

2.2.5 Usus Besar

Usus besar mempunyai peran besar dalam penyerapan air dan sisa-sisa pencernaan yang telah dicerna sebelumnya. Fungsi utama usus besar adalah untuk meningkatkan kadar air dalam sel tubuh dan menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh ayam broiler serta menghasilkan feses yang lebih padat (Watu dkk., 2018).

Usus besar terdiri dari sekum, kolon, dan kloaka. Kolon memiliki ukuran yang pendek dan berada di antara ileum dan kloaka. Sedangkan sekum mempunyai bentuk tubuler dengan diameter yang kecil pada pangkal percabangannya dan membesar pada bagian ujung. Namun kolon berbentuk tubuler dengan diameter yang pendek. Kolon mempunyai fungsi sebagai tempat penyerapan air (Nissa dkk., 2022). Sekum tersusun atas tiga daerah, yaitu proksimal, corpus, dan distal/apiks. Usus besar merupakan bagian terakhir dari usus dan memiliki diameter lebih besar dibandingkan dengan usus kecil. Kloaka adalah rongga yang terbentuk oleh tiga sistem, yaitu sistem pencernaan, saluran kemih, dan sistem reproduksi. *Escherichia coli* dikenal sebagai bakteri enterik, yang jika terdapat ekskresi bakteri dari ternak dengan *Escherichia coli*, maka feses akan melewati kloaka sehingga bakteri banyak ditemukan di area tersebut (Afifah, 2013).

2.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri yang secara alami ada disaluran pencernaan (flora normal) manusia dan hewan (Bria dkk., 2022). Bakteri *Escherichia coli* termasuk dalam jenis bakteri yang hidup berdampingan dengan inangnya tanpa menyebabkan penyakit, dan umumnya terdapat dalam mikroflora usus berbagai spesies hewan dan manusia (Purbowati dkk., 2017). Secara umum sebagian bakteri *Escherichia coli* tidak berbahaya dan merupakan komponen penting dari kesehatan saluran pencernaan manusia. Namun beberapa strain *Escherichia coli* bersifat patogen dan dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Seperti diare dan penyakit saluran pencernaan lainnya. Beberapa jenis *Escherichia coli* yang mengakibatkan

diare dapat ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi, atau melalui kontak dengan hewan atau manusia yang terinfeksi (Sumampouw, 2018).

2.3.1 Penularan Penyakit *Escherichia coli*

Penularan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat terjadi melalui daging yang tidak dimasak secara sempurna, serta melalui produk olahan daging karena daging merupakan medium yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Bria dkk., 2022). Kontaminasi dari bakteri *Escherichia coli* pada daging dapat menjadi indikator adanya standar sanitasi yang rendah dalam pengolahan makanan. Selain itu praktik sanitasi yang buruk dalam manajemen peternakan juga dapat menyebabkan cemaran bakteri *Escherichia coli* yang merupakan bakteri pencemar lingkungan pada produk makanan adalah indikator adanya sanitasi yang buruk dalam hal pengelolaan makanan (Wardhana *et al.*, 2021). *Escherichia coli* dapat berkembang biak dalam waktu yang relatif cepat yaitu sekitar 20 menit. Sifat *Escherichia coli* yang tumbuh dengan cepat sehingga membuatnya cocok untuk mempelajari evolusi mikroba, dan studi dari eksperimental evolusi *Escherichia coli* dalam jangka panjang dengan lebih dari 50.000 generasi terus berlanjut hingga sekarang (Tenailon *et al.*, 2016).

2.3.2 Kolibasilosis

Penyakit kolibasilosis adalah penyakit yang menular pada unggas seperti ayam broiler yang disebabkan oleh bakteri patogen *Escherichia coli* atau *Avian Pathogenic Escherichia coli* (APEC). Infeksi bakteri *Escherichia coli* dapat terjadi pada ayam broiler dan ayam petelur dari segala rentang usia, serta dapat menginfeksi spesies unggas lainnya seperti kalkun dan itik (Gunawan *et al.*, 2020).

Pada ayam broiler bakteri *Escherichia coli* umumnya berperan sebagai infeksi sekunder yang menyebabkan terjadinya infeksi kompleks pada saluran pencernaan, dan menimbulkan kematian. Penularan penyakit kolibasilosis pada umumnya terjadi secara oral melalui pakan, air minum atau debu atau kotoran yang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli* (Abdurrahman *et al.*, 2022).

Debu pada kandang ayam dapat mengandung $10^5 - 10^6$ bakteri *Escherichia coli*/gram dan bakteri ini dapat bertahan lama, terutama dalam kondisi kering. Jika debu yang terhirup oleh ayam, maka dapat menginfeksi saluran pernafasannya (Besung dkk., 2019). Kasus pada penyakit kolibasilosis telah dilaporkan di berbagai negara di dunia. Indonesia sendiri penyakit ini telah ditemukan pada ayam broiler dan ayam petelur diberbagai wilayah. Infeksi *Escherichia coli* dapat menyebabkan kematian pada embrio ayam, menginfeksi *yolk sac* (omphalitis), *colipsepticemia*, *enteritis*, *air sacculitis* infeksi saluran reproduksi, *bursitis*, dan *arthritis* (Wahyuwardani *et al.*, 2014).

2.3.3 Gejala Klinis Kolibasilosis

Gejala klinis kolibasilosis pada ayam broiler tidak spesifik dan bervariasi tergantung pada usia ayam yang terkena, lama infeksi, dan organ yang berpengaruh. Ayam yang terinfeksi penyakit kolibasilosis umumnya menunjukkan tanda gejala klinis seperti penurunan berat badan, keadaan bulu yang kusam, penurunan nafsu makan, kelesuan, gangguan pertumbuhan, diare, kekotoran bulu atau lengket di sekitar kloaka (Besung dkk., 2019). Berdasarkan gejala patologis anatomi kolibasilosis pada unggas menunjukkan akumulasi eksudat yang signifikan pada saluran pernapasan seperti trakea, sinus, dan *air sac*, paru-paru dapat mengalami

perubahan menjadi hitam, hati dan limpa mengalami pembengkakan dan perubahan warna menjadi merah, serta akan menunjukkan adanya perihepatitis dan nekrosis multifokal pada hati (Wahyuwardani dkk., 2014).

Bakteri *Escherichia coli* memiliki potensi menjadi patogen ketika jumlahnya meningkat di dalam saluran pencernaan atau berada di luar usus. Bakteri *Escherichia coli* yang bersifat patogen dapat menempel pada usus halus dan menyebabkan berbagai kondisi seperti diare infeksi saluran kemih, sepsis, meningitis, dan dalam kasus yang parah dapat menyebabkan kematian (Nurhakim dkk., 2022). Menurut Kartikasari dkk., (2019) bakteri *Escherichia coli* pada kondisi normal dapat berkembang disaluran pencernaan, tetapi dapat menjadi penyebab penyakit dan menyerang hewan serta manusia dalam kondisis khusus seperti gangguan pencernaan dan penurunan sistem kekebalan tubuh pada inang.

2.3.1 Morfologi dan Fisiologi *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah salah satu bakteri koliform yang termasuk kedalam keluarga *Enterobacteriaceae*. Keluarga *Enterobacteriaceae* terdiri dari bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan merupakan flora normal pada usus mamalia. Bakteri *Escherichia coli* dalam kondisi umum hidup didalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dan bertahan pada lingkungan yang berbeda (Fahmi *et al.*, 2022).

Bakteri *Escherichia coli* memiliki ukuran panjang sekitar 2 μm , dengan diameter sekitar 0,7 μm , dan lebar 0,4-0,7 μm . Bakteri ini dapat menghasilkan

enterotoksin yang dapat menyebabkan penyakit diare. Bakteri *Escherichia coli* dapat berkaitan dengan enteropatogenik dan menghasilkan enterotoksin pada sel epitel (Fatiqin dkk., 2019).



Gambar 2.3 Bakteri *Escherichia coli* (Rensia, 2022).

Secara taksonominya bakteri *Escherichia coli* termasuk domain bakteri kingdom: *Bacteria*; divisi: *Proteobacteria*; kelas: *Gammaproteobacteria*; ordo: *Enterobacteriales*; famili: *Enterobacteriaceae*; genus: *Escherichia*; spesies: *Escherichia coli* (Wahyuningsih dkk., 2023). Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang pendek, dan setelah perwarnaan gram akan berwarna merah merah (safranin). Pertumbuhan *Escherichia coli* pada media selektif EMBA mengalami perubahan warna dari merah tua kehitaman menjadi hijau metalik karena peningkatan keasaman agar, dan pengambilan warna oleh fermentasi *Escherichia coli*, maka media ini selektif untuk pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* (Rahayu dan Gumilar, 2017).

Bakteri *Escherichia coli* bersifat motil dengan flagel peritrik sebagai alat gerak. Ukuran panjang *Escherichia coli* berkisar antara 2,0 hingga 6,0 μm dengan lebar 1,1 – 1,5 μm . bakteri *Escherichia coli* tidak memiliki kapsul dan termasuk

bakteri fakultatif anaerob, serta tidak membentuk spora, berbentuk koloni bulat, permukaan halus, cembung, dan tepi yang jelas. Bakteri *Escherichia coli* dapat tumbuh optimal pada suhu 37°C dengan pH maksimum 8,5. *Escherichia coli* rentan terhadap suhu panas dan menjadi tidak aktif pada suhu selama pasteurisasi atau proses pemasakan makanan (Wardani dkk., 2023).

2.3.2 Patogenesis *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang berfungsi sebagai flora normal oportunistik dalam saluran pencernaan, jika jumlah bakteri normal maka dapat bermanfaat namun apabila melebihi batas normal maka akan menjadi patogen (Arivo dan Dwiningtyas, 2019). Bakteri *Escherichia coli* dapat terdeteksi dalam infeksi hewan dan dapat bertindak sebagai agen primer atau sekunder. Pada kondisi normal, bakteri *Escherichia coli* banyak terdapat di bagian belakang usus hewan, yang berperan untuk membantu sintesa vitamin, yaitu vitamin K, dan keluar dari tubuh bersama-sama dengan tinja yang tahan hingga berminggu-minggu dan menjadi bahan penular bagi ayam lain (Suripta, 2008).

Secara umum *Escherichia coli* dibagi menjadi tiga jenis penyebab infeksi, yaitu infeksi pencernaan penyebab diare, meningitis neonatorum, dan infeksi saluran kemih (ISK). *Escherichia coli* mempunyai beberapa antigen yang berfungsi dalam patogenensis seperti antigen somatik, flagella, kapsular, fimbriae, enterotoksin, dan verotoksin (Suwito dan Andriani, 2018). Strain *Escherichia coli* yang menyebabkan penyakit diare dapat berevolusi melalui transfer gen horizontal (Gomes *et al.*, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* dibedakan menjadi dua jenis kelompok penting, yakni kelompok komensal (non patogen) dan patogen. *Escherichia coli* komensal berada di saluran pencernaan manusia, mamalia, burung yang berguna sebagai flora normal dan membantu inang dalam mencerna makanan serta membantu melawan bakteri patogen lain yang berada di saluran pencernaan. *Escherichia coli* patogen terbagi menjadi dua subkelompok berdasarkan predileksinya yaitu *Diarrheagenic Escherichia coli* (DEC) yang bersifat patogen pada saluran pencernaan dan *Extraintestinal Pathogenic Escherichia coli* (ExPEC) yang menjadi penyebab dari penyakit sistemik (Wibisono *et al.*, 2022).

Extraintestinal Pathogenic Escherichia coli (ExPEC) di klasifikasikan menjadi enam sub-patotipe utama, yaitu *Newborn Meningitis Associated Escherichia coli* (NMEC), *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC), *Avian Pathogenic Escherichia coli* (APEC), *Sepsis-associated Pathogenic* (SePEC), *Mammary Pathogenic Escherichia coli* (MPEC), dan *Endometrial Pathogenic Escherichia coli* (EnPEC). Sedangkan *Diarrheagenic Escherichia coli* (DEC) dapat ditemukan di saluran pencernaan manusia dan hewan dan terbagi kedalam delapan sub-patotipe yaitu, *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC), *Diffusely Adherent Escherichia coli* (DAEC), *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC), *Adherent Invasive Escherichia coli* (AIEC), dan *Shiga-toxin producing Enteraggregative Escherichia coli* (STEAEC) (Filho *et al.*, 2015).

2.4 Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC)

Strain *Avian pathogenic Escherichia coli* (APEC) adalah penyebab utama dari penyakit kolibasilosis pada unggas, dan salah satu penyakit dari saluran pernafasan. Strain APEC dapat mengakibatkan penyakit primer ataupun sekunder pada ayam dan jenis unggas lainnya, yang bersifat sistemik dan menimbulkan bakterimia (Sarwohadi dkk., 2019). Strain APEC dapat tersebar melalui aliran darah sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada berbagai organ seperti hati, jantung, kantung udara, paru-paru dan koligranuloma atau *Hjarre's disease*, infeksi ini juga dapat menyebabkan pembentukan jaringan fibrin. (Prihtiyantoro dkk., 2019). Patogenitas *Escherichia coli* dapat ditentukan dari kemampuan bakteri untuk mendapatkan satu atau lebih sitotoksin yang sangat kuat yang dikenal sebagai *Shiga like toxin* atau verotoksin (Khoiriyah dkk., 2022).

Strain APEC mempunyai kemampuan dalam menyebabkan penyakit yang bergantung pada virulensinya, salah satu virulensi tersebut adalah gen patogenik *hlyF* yang ada dalam plasmid (Chandrawan dkk., 2022). *Escherichia coli* dapat digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan sifat virulensinya, yaitu virulensi tinggi, virulensi sedang, dan avirulen. Tingkat virulensi ini dapat dinilai dari kemampuan bakteri dalam merusak embrio ayam, waktu yang diperlukan untuk menumbuhkan embrio, dan persentase kematian embrio. (Wibowo dan Wahyuni, 2008). Strain APEC dapat tumbuh dan berkolonisasi pada organ ayam broiler dan menyebabkan kerusakan pada organ seperti perikarditis, perihepatitis, airsakulitis, dan mesenteritis. Ayam yang terkena dengan cepat menularkan infeksi ke ayam lain melalui beberapa rute, termasuk kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi, air

minum yang terkontaminasi, serangga dan alat, litter yang tercemar oleh kotoran ayam, dan strain *Escherichia coli* virulen yang dapat bertahan hidup selama beberapa bulan di dalam kotoran ayam. Salah satu tindakan pengobatan dapat dilakukan untuk membantu menghilangkan bakteri patogen *Escherichia coli* adalah dengan memberikan antibiotik sintetis. Namun, pemberian antibiotik ini dapat meninggalkan residu antibiotik di dalam organ tubuh dan menyebabkan resistensi bakteri, yang pada akhirnya dapat mengurangi efektivitas obat dalam mengobati penyakit. Strain APEC memiliki kemampuan adaptasi yang kuat terhadap antibiotik, sehingga penggunaan antibiotik secara berkelanjutan akan dapat menyebabkan resistensi bakteri yang semakin meningkat. (Suryani *et al.*, 2014).

2.5 Pengujian

2.5.1 Isolasi dan Identifikasi *Escherichia coli*

Uji yang dilakukan untuk isolasi *Escherichia coli* adalah dengan menggunakan sampel swab kloaka pada ayam broiler. Media yang digunakan adalah *Buffered Peptone Water* (BPW), MCA, pewarnaan Gram dan konfirmasi biokimia seperti media TSIA, SCA, SIM, *Methyln Red* dan *Voges-Proskauer* (Khoiriyah dkk., 2022). Media *MacConkey Agar* media kultur yang terdiri dari komponen utama seperti laktosa, garam empedu, dan merah netral sebagai indikator warna. Media ini digunakan khusus untuk menumbuhkan bakteri Gram negatif dan membedakannya berdasarkan kemampuan dalam memfermentasi laktosa. Kandungan garam empedu dalam MCA bertujuan untuk menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri Gram positif, yang menghasilkan pembentukan kristal violet.

Sedangkan, warna merah netral pada MCA berperan sebagai indikator pH untuk mendeteksi fermentasi laktosa (Holderman dkk., 2017).

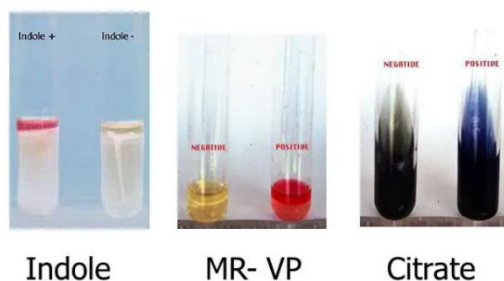
Media TSIA adalah media yang digunakan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam memfermentasikan gula. Umumnya media ini digunakan dalam pengujian biokimia untuk membedakan berbagai jenis bakteri yang termasuk dalam kelompok *Enterobacteriaceae*. Warna dasar dari media TSIA adalah kuning, dan jika terjadi fermentasi karbohidrat, media akan berubah menjadi warna merah yang berarti menunjukkan keasaman. Namun, jika karbohidrat tidak terfermentasi maka media akan tetap berwarna kuning. (Saidah dan Susilawati, 2018).

Uji *Sulfide Indole Motility* (SIM) merupakan media pepton yang mengandung banyak asam amino triptofan dan dilakukan dengan inokulasi dan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Uji ini menggunakan media *tryptone broth* dengan penambahan reagen kovacs. Hasil positif akan ditandai dengan pembentukan cincin warna merah atau merah muda pada garis pemisah atau pada permukaan media, sedangkan jika hasil negatif maka tidak akan terbentuk cincin merah antara media dan reagen. Pada pengujian SIM, akan menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri diluar garis tusukan. Hal ini dapat terjadi karena *Escherichia coli* merupakan bakteri motil yang memiliki flagella peritrikus (Pelt dkk., 2016).

Kemampuan organisme untuk menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi ditentukan oleh uji SCA, jika bakteri mampu memanfaatkan sitrat, maka pH medium kultur akan meningkat dan warna media kultur akan berubah dari hijau menjadi biru. hasil pengamatan uji SCA menunjukkan bahwa *Escherichia coli* tidak memanfaatkan sitrat sebagai sumber

karbon, karena pada media uji sitrat tidak mengalami perubahan warna (Rahayu dan Gumilar, 2017).

Pengujian *methyl red* (MR) dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa fosfat atau asam campuran. Media yang digunakan adalah glukosa fosfat. Setelah diinkubasi media kemudian ditambahkan dengan *methyl red* 1%. Jika hasilnya positif maka akan terjadi perubahan warna menjadi merah, sedangkan jika hasil negatif akan menunjukkan tidak adanya perubahan warna pada media setelah ditambahkan *methyl red* 1%. Uji *Voges Proskauer Test* (VP) dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan bakteri dalam menghasilkan asetil metil karbinol (asetoin) melalui fermentasi laktosa. Pengujian ini menggunakan media glukosa phospat. Uji ini menggunakan α -naphthol 5% dan KOH 40% yang ditambahkan setelah media diinkubasi. Hasil positif akan terlihat adanya perubahan warna menjadi merah setelah penambahan α -naphthol 5% dan KOH 40% yang menandakan bahwa bakteri mampu menghasilkan asetoin. Namun, jika tidak ada perubahan warna setelah penambahan reagen tersebut maka hasil dinyatakan negatif (Ulfa dkk., 2016).



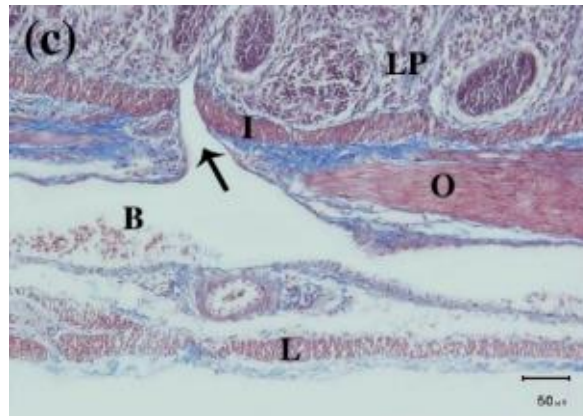
Gambar 2.4 Hasil Uji IMViC (Sayuti dkk., 2017)

Blood agar merupakan media yang digunakan untuk melihat kemampuan bakteri dalam melisis darah. Bakteri yang memproduksi enzim di luar sel dapat menyebabkan lisis sel darah merah di media pertumbuhan, yang terlihat dari zona-zona berbeda di sekitar koloni bakteri, seperti zona jernih untuk beta hemolisis dan alfa hemolisis terlihat sebagai zona kehijauan, dan jika bakteri tidak mampu menghancurkan darah maka tidak akan ada perubahan yang terlihat di sekitar koloni bakteri (gamma hemolisis) (Sanatang dan Lio, 2021).

2.6 Histologi dan histopatologi Jejunum

Organ yang utama sebagai tempat terjadinya penyerapan nutrisi adalah usus halus. Fungsi utama usus adalah menyerap produk yang telah dicerna dan berperan sebagai pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme, racun, dan antigen yang masuk ke dalam tubuh. Secara histologis usus halus tersusun dari empat lapisan yang tersusun dari luar hingga dalam yaitu, lapisan mukosa, lapisan submukosa, lapisan muskularis, dan tunika serosa (*adventitial*) (Elhassan *et al.*, 2022). Lapisan mukosa usus halus tersusun dari beberapa jenis sel, termasuk sel eritrosit, sel goblet, sel enteroendokrin, dan sel paneth (Kadhim *et al.*, 2012). Sedangkan lapisan submukosa terdapat dua lapisan otot polos yang tersusun secara sejajar (longitudinal) dan yang tersusun melingkar (sirkuler), dan lapisan serosa (*adventitial*) yang terdiri dari jaringan ikat longgar, pembuluh darah dan jaringan adiposa (Eristiawan *et al.*, 2021). Bagian jejunum adalah bagian terpanjang dari keseluruhan usus halus. Histologi jejunum dari ayam broiler dilapisi oleh kolumner selapis, dengan vili yang lebih pendek dan lebar dibandingkan dengan duodenum.

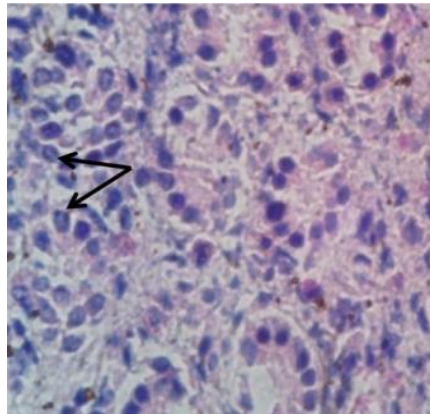
Kebanyakan vili mempunyai apikal yang tumpul dan basal lebih luas (Haryo *et al.*, 2021).



Gambar 2.5 Histologi jejunum ayam broiler: pembuluh darah memanjang (B), terdapat cabang (panah) yang menembus bagian tengah (O) dan lapisan dalam (I), lapisan otot mencapai lamina propria (LP), Lapisan otot longitudinal luar (L) (Elhassan *et al.*, 2022)

2.6.1 Infiltrasi Sel Radang

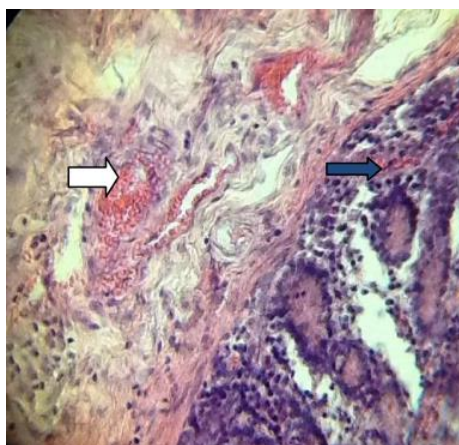
Infiltrasi sel radang adalah reaksi yang dikeluarkan oleh tubuh untuk mengatasi agen asing yang masuk ke dalam tubuh (Nugraha dkk., 2021). Peradangan mempunyai respons yang didasarkan oleh penyebab salah satunya adalah respons peradangan yang dapat terjadi adalah edema (Febrianti dan Musiam, 2020). Peradangan berdasarkan penyebab dibagi ke dalam dua kelompok yaitu mikroorganisme, seperti bakteri, virus, dan parasit sedangkan non mikroorganisme yaitu seperti suhu ekstrim, bahan kimia, dan trauma (Berata dkk., 2011). Pemeriksaan mikroskopis pada kasus kolibasilosis yang terjadi peradangan terlihat adanya infiltrasi sel radang neutrofil (Konda dkk., 2016).



Gambar 2.6 Gambaran histopatologi infiltrasi sel radang pada intestine yang terkena *Escherichia coli* pada pembesaran 100x (Konda dkk., 2016).

2.6.2 Hemoragi

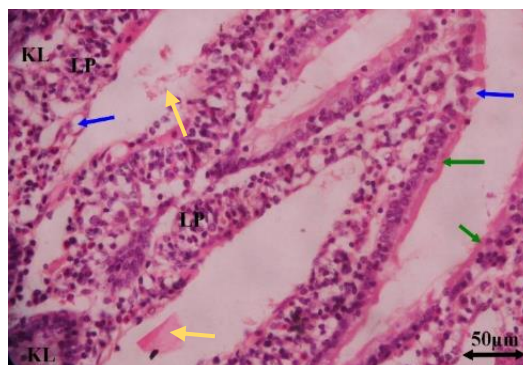
Hemoragi didefinisikan sebagai kondisi dimana keluar darah dari pembuluh darah, yang secara patologis dicirikan oleh adanya sel darah merah di luar pembuluh darah atau di dalam jaringan. Hemoragi dibagi menjadi tiga jenis yakni, patekie, ekimosae, dan paint brush. Patekie merupakan pendarahan dengan diameter 1-2 mm, sedangkan ekimosae adalah pendarahan dengan diameter 2-3 cm ,dan pendarahan paint brush adalah pendarahan yang ditandai dengan garis-garis (Sudira dkk., 2019).



Gambar 2.7 Gambaran histopatologi hemoragi pada usus halus yang terinfeksi *Escherichia coli* pada pembesaran 400x (Konda dkk., 2016).

2.6.3 Nekrosis

Nekrosis diartikan sebagai kematian sel jaringan akibat dari proses degenerasi yang tidak dapat dipulihkan yang disebabkan oleh adanya zat toksik yang masuk bersama dengan aliran darah ke ginjal. Proses nekrosis atau kematian sel terjadi lebih cepat daripada proses regenerasi, sehingga mengakibatkan sel-sel yang mati akan terakumulasi dalam jaringan (Nugraha dkk., 2021). Nekrosis dapat mengakibatkan lisisnya sel dan jaringan dan akan tampak lebih cair. Karakteristik dari nekrosis adalah terdapat banyak sel radang (neotrofil) dan debris karioreksis. Klasifikasi nekrosis dapat dipengaruhi oleh penyebab, keparahan, lama waktu dan jenis jaringan yang terkena nekrosis. Berdasarkan morfologinya nekrosis dibagi kedalam beberapa jenis yaitu, nekrosis koagulatif, nekrosis likuifaktif, nekrosis gangren, nekrosis caseous, nekrosis lemak, dan nekrosis fibrinoid (Haryo *et al.*, 2021).



Gambar 2.8 Gambaran histopatologi tunika mukosa jejunum yang mengalami nekrosis (panah kuning) pada pembesaran 100x (Eristiawan *et al.*, 2021).

2.7 Profil Wilayah Kota Surabaya

Surabaya adalah kota terbesar kedua setelah Jakarta yang telah berkembang pesat dengan baik secara geografis maupun intelektual. Surabaya merupakan salah satu sentra nasional yang cukup rumit dengan populasi yaitu sekitar tiga juta jiwa

dan luas kota hampir 33.048 ha, dimana 60,17 persennya adalah lahan yang sudah dibangun. Untuk memaksimalkan penggunaan lahan perkotaan yang semakin langka, perluasan kota memanfaatkan ruang bawah tanah untuk penyusunan infrastruktur baik yang dibawah tanah maupun berbagai fasilitas publik lainnya. Surabaya adalah kota dengan total luas wilayah sebesar 33.048 ha, dan terbagai menjadi Surabaya Timur, Surabaya Barat, Surabaya Selatan, dan Surabaya Utara, yang terbagi menjadi 31 kecamatan, 163 kelurahan, 8.909 Rukun Tetangga dan 1.363 Rukun Warga (RW) pada tingkat administratif. Ketinggian dari tanah kota Surabaya diatas permukaan laut bervariasi antara 0 sampai 20 meter, dan sementara itu 1 hingga 3 meter didaerah pantai. Kota Surabaya yang tersebar di daerah timur, utara, selatan, dan pusat kota mempunyai elevasi tanah antara 0 sampai 10 meter atau setara dengan 26.345,19 Ha (Bahri dan Madlazim, 2012).

Aktivitas perkotaan yang meningkat pesat di Surabaya, menjadikan Surabaya sebagai kota terbesar dan merupakan ibu kota dari wilayah Jawa Timur. Salah satunya adalah keberadaan dari pasar tradisional yang merupakan unsur perdagangan yang mendorong pembangunan perkotaan (Laksmi dan Utomo, 2017). Pasar tradisional merupakan salah satu wilayah tempat terjadinya kegiatan pusat perdagangan dengan tingkat sanitasi yang rendah, yang dimana terdiri dari 81 pasar dan 17.521 pedagang. Salah satu pasar tersebut adalah pasar hidup yang dimana menjual hewan-hewan yang masih dalam keadaan hidup atau bernyawa. Pada tahun 2018 luas dari pasar Surabaya telah berkembang menjadi 255.077,79 hektar. Hingga tahun 2018, 81 pasar di Surabaya Pusat, Surabaya Timur, Surabaya Utara, Surabaya Barat, dan Surabaya Selatan berada dibawah kendali Pemerintah Kota

Surabaya. Terdapat 24 pasar di Surabaya Pusat, 16 di Surabaya Utara, 17 di Surabaya Timur, 15 di Surabaya Selatan, dan 9 di Surabaya Barat.

Kondisi pasar digolongkan berdasarkan baik, sedang, dan cukup yang berdasarkan angka tersebut dengan 21 pasar atau 25,93% dari total, dan dinilai dalam kondisi baik, 38 pasar atau sekitar 469,1% darinya, diklasifikasikan sebagai sedang pada saat yang sama, dan 21 pasar atau setara dengan 25,93% dari total yang dinyatakan cukup. Provinsi Jawa Timur adalah salah satu sentra utama ayam broiler dan berperan sangat besar dalam produksi daging ayam dan menjadi salah satu penentu harga untuk wilayah Jawa dan diluar Jawa. Hal ini dikarenakan peran Jawa Timur dalam perdagangan ayam dan telur antar pulau yang memasok hampir 50% kebutuhan wilayah Indonesia Timur (Ningsih dan Prabowo, 2017).



Gambar 2.9 Peta Wilayah Kota Surabaya (Ulfah dkk., 2019)