

BAB I

PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan tipe ayam penghasil daging yang memiliki karakteristik pertumbuhan cepat, efisiensi pakan yang baik dan memiliki kualitas daging yang baik. Kementrian Pertanian (2020) menyatakan bahwa populasi ayam broiler sejak tahun 1984 hingga 2020 mengalami peningkatan pesat, rata-rata sebesar 11,45% per tahun. Perkembangan populasi ayam broiler juga meningkat selama 10 tahun terakhir sebesar 12,76%. Berdasarkan data Badan Pangan Nasional (Bapanas) tahun 2023, konsumsi daging ayam broiler rata-rata mencapai 7,46 kg/kapita/tahun. Tingkat konsumsi tersebut meningkat 4,3% dibanding tahun 2022. Adapun total kebutuhan daging ayam ras untuk konsumsi rumah tangga nasional pada 2023 mencapai 2,08 juta ton/tahun. Kenaikan permintaan daging ayam sebagai sumber protein hewani, menjadi tantangan peternak untuk melakukan modifikasi pemeliharaan untuk menaikkan kapasitas produksi. Salah satu caranya yaitu menerapkan pemeliharaan dengan kepadatan kandang yang tinggi. Namun hal ini dapat mengakibatkan dampak negatif bagi ayam yaitu munculnya stres oksidatif yang berdampak langsung terhadap performans dan status kesehatan ayam broiler.

Kepadatan tinggi menyebabkan peningkatan suhu kandang yang menyebabkan kebutuhan energi seluler lebih tinggi, mendorong pembentukan radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS) di sel epitel usus melebihi kapasitas antioksidan yang ada dalam tubuh ternak sehingga terjadi stres oksidatif (Nurfaizin *et al.*, 2014; Salami *et al.*, 2015). Stres oksidatif dapat memicu kerusakan

jaringan terutama pada saluran pencernaan dan menyebabkan peradangan usus sehingga menurunkan fungsi dan kinerja organ pencernaan (Mishra dan Jha, 2019). Diperlukan antioksidan tambahan untuk mengendalikan radikal bebas sehingga dapat mengatasi terjadinya stres oksidatif.

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (*electron donor*) yang memiliki berat molekul kecil tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas (Rustiah dan Umriani, 2018). Antioksidan dapat mendonorkan satu elektronnya kepada radikal bebas sehingga senyawa radikal bebas ini dapat lebih stabil yang pada akhirnya akan mencegah terjadinya stres oksidatif (Khairun dan Desty, 2018).

Sumber antioksidan alami dapat berasal dari berbagai jenis tumbuhan (Rahmi, 2017). Pada penelitian ini kami menggunakan tanaman sambiloto dan kenikir sebagai sumber antioksidan alami. Sambiloto dan kenikir merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia dan memiliki zat bioaktif yang terbukti dapat berperan sebagai antioksidan alami. Sambiloto memiliki kandungan *andrographolide* yang berperan sebagai antioksidan dan antimikroba. Dai *et al.* (2019) menyatakan bahwa di dalam daun sambiloto, kadar senyawa *andrographolide* sebesar 2,5-4,8% dari berat keringnya. Daun kenikir kaya akan komponen fenolik seperti kuersetin dan asam askorbat yang berperan sebagai antioksidan yang baik. Rahman *et al.* (2017) menyatakan bahwa kadar flavonoid total ekstrak kenikir yaitu 6,22 *Quercetine Equivalence* (QE)/100 g ekstrak, sedangkan kadar fenolik total yaitu 7,90 mg *Gallic Acid Equivalence* (GAE)/100 g ekstrak. Kandungan antioksidan pada kedua tanaman tersebut diduga dapat

mengatasi penurunan bobot relatif pada organ pencernaan ayam broiler akibat stres oksidatif pada kepadatan kandang yang tinggi.

Kandungan dari sambiloto dan kenikir seperti flavonoid, saponin, tanin, hingga *andrographolide* dapat berperan sebagai anti inflamasi yang dapat mencegah usus dari kerusakan dan peradangan, serta meningkatkan respon imun sehingga terjadi regenerasi lamina propria dan epitel vili usus sehingga berpengaruh terhadap bobot relatif usus (Listyorini *et al.*, 2021). Kandungan flavonoid memiliki fungsi kemampuan sebagai anti bakteri yang dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen dalam usus ayam. Flavonoid akan melisis dan menghambat pembentukan dinding sel bakteri (Suryati *et al.*, 2017). Flavonoid juga memiliki manfaat lain yaitu melindungi mukosa usus dan mempertinggi vili usus sehingga dapat mengoptimalkan penyerapan nutrisi pakan (Fard *et al.*, 2014; Mistiani *et al.*, 2020). Namun, zat aktif antioksidan dalam ekstrak kenikir dan sambiloto tersebut memiliki daya simpan yang rendah sehingga diperlukan enkapsulasi untuk melindungi zat aktif antioksidan agar stabil dan memiliki daya simpan yang baik.

Enkapsulasi zat bioaktif dalam tanaman herbal berfungsi untuk memperpanjang masa simpan karena dapat mencegah kerusakan zat aktif akibat suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban dan resiko kontaminasi jamur. Siregar dan Kristanti (2019) menyebutkan bahwa enkapsulasi dapat melindungi senyawa fenolik dalam ekstrak. Hingga saat ini, penelitian tentang potensi interaksi (sinergi) dua jenis komponen bioaktif dalam enkapsulasi ekstrak sambiloto dan kenikir untuk menurunkan dampak stres oksidatif akibat kepadatan kandang yang tinggi belum pernah dilakukan.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh penambahan enkapsulasi ekstrak kenikir dan sambiloto, serta kombinasinya pada pakan terhadap bobot relatif organ pencernaan ayam broiler yang dipelihara pada kepadatan kandang tinggi. Manfaat dari penelitian yaitu memberikan informasi tentang pengaruh penambahan enkapsulasi ekstrak kenikir dan sambiloto, serta kombinasinya pada pakan terhadap bobot relatif organ pencernaan ayam broiler yang dipelihara pada kepadatan kandang tinggi. Hipotesis penelitian diduga dengan penambahan enkapsulasi ekstrak sambiloto dan kenikir, serta kombinasinya pada pakan dapat mencegah dampak stres oksidatif akibat kepadatan kandang yang tinggi ditinjau dari bobot relatif organ pencernaan ayam broiler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler

Ayam broiler merupakan salah satu penyumbang terbesar protein hewani di Indonesia dan merupakan komoditas unggulan pada industri penyedia daging ayam broiler. Peternakan ayam broiler berkembang pesat karena kebutuhan konsumen akan daging ayam sangat besar (Tumiran *et al.*, 2019; Lestari *et al.*, 2021). Ayam broiler efisien dalam mengubah pakan menjadi daging sehingga pertumbuhannya cepat (Rini *et al.*, 2019). Ayam broiler relatif mudah ditangani jika dilihat dari manajemen, skala peternakan dan investasi, serta waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaannya sangat singkat yaitu sekitar 5 minggu (Regar *et al.*, 2019). Beberapa strain ayam broiler yang masuk dan ditanakkan di Indonesia, yaitu *Hubbard*, *Cobb*, *Ross*, *Lohman*, dan *Hybro* (Murwani, 2010).

Ayam broiler strain *Cobb* adalah salah satu strain ayam pedaging (broiler) yang populer digunakan dalam industri peternakan ayam di dunia. Strain ini dikembangkan oleh perusahaan Cobb-Vantress Inc. yang berbasis di Amerika Serikat. Ayam broiler strain *Cobb* memiliki bobot badan akhir 2,66 kg pada hari ke-38 dan konversi pakan 1,67. (Cobb, 2022). Selain itu, ayam broiler strain *Cobb* juga memiliki keunggulan lain, seperti ketahanan yang baik terhadap penyakit terutama infeksi virus *Newcastle Disease* (Supprayan *et al.*, 2015) dan karkas dengan kualitas yang baik, seperti rendahnya persentase lemak abdominal dan warna daging yang diinginkan oleh konsumen (Tumiran *et al.*, 2019).

Fase pemeliharaan ayam broiler dibagi dalam dua fase yaitu fase *starter* dan fase *finisher*. Fase *starter* adalah fase awal yang dimulai dari ayam keluar dari cangkang telurnya sampai bulu tubuhnya sudah tumbuh sempurna yaitu pada umur 1 hari atau DOC hingga umur 21 hari. Nutrisi dalam pakan yang dibutuhkan pada fase *starter* lebih tinggi dibandingkan fase *finisher* karena pertumbuhan pada fase *starter* relatif lebih cepat dibandingkan pada fase *finisher*. Pada fase *starter*, pakan dengan protein tinggi diharapkan dapat mengoptimalkan pertumbuhan anak ayam pedaging, sehingga dapat meningkatkan bobot badan diawal pemeliharaan (Simanjuntak, 2018). Ayam broiler pada fase *finisher*, yaitu 22 hari hingga panen, kebutuhan protein dalam pakan lebih rendah dikarenakan proses perbanyakan sel (*hyperplasia*) yang mulai melambat. Ayam broiler saat fase *finisher* membutuhkan energi metabolisme yang lebih tinggi untuk mendukung proses metabolisme tubuh yang lebih banyak. Ayam broiler strain *Cobb* saat fase *starter* membutuhkan sekitar 21-22% protein kasar dan 2975 Kkal/kg energi metabolisme, sedangkan fase *finisher* membutuhkan sekitar 18-19% protein kasar dan 3100 Kkal/kg energi metabolisme (Masir *et al.*, 2022; Tamalluddin, 2014).

Vaksinasi pada ayam broiler dilakukan untuk menimbulkan kekebalan pada tubuh ayam sehingga ayam tidak akan mudah terkena penyakit yang dapat menurunkan produktivitas ayam hingga menyebabkan deplesi (Yuniwarti, 2015). Namun, vaksinasi yang diberikan pada ayam broiler dapat memicu terjadinya stres akibat penanganan/*handling* saat pemberian vaksin dan reaksi pasca vaksinasi (Saputro *et al.*, 2014). Pemberian *vital stress* dapat dilakukan untuk mencegah stres pada ayam broiler (Khairat dan Qashlim, 2020).

2.2. Kepadatan Kandang Tinggi

Kepadatan kandang merupakan jumlah ayam yang dipelihara dalam satuan ruang tertentu (m^2). Peternak dituntut untuk menerapkan manajemen pemeliharaan yang efisien antara lain melalui peningkatan produksi daging per meter persegi dengan meningkatkan kepadatan kandang. Namun demikian, peningkatan kepadatan kandang berdampak pada kondisi kurang nyaman sehingga meningkatkan potensi stres, menurunkan konsumsi pakan dan menurunkan performa produksi dan kesehatan pada ayam broiler (Sapsuha *et al.*, 2023; Gustira *et al.*, 2015). Tingkat kepadatan pada ayam broiler yang terlalu tinggi berdampak pada tingkat deplesi yang tinggi, pertumbuhan yang tidak seragam yang disebabkan karena kompetisi dalam pakan dan minum, serta oksigen yang tinggi, akibatnya banyak ayam yang diafkir (Permana, 2020).

Tingkat kepadatan kandang dapat dihitung menggunakan rumus jumlah ayam (ekor) dibagi luas kandang (m^2) (Umam *et al.*, 2015). Kepadatan kandang yang normal pada kandang *open house* yaitu 8 ekor/ m^2 (Nuriyasa, 2003). Kepadatan kandang juga dapat dihitung berdasarkan bobot panennya, yaitu bobot panen dikali jumlah ayam per m^2 dibagi luas kandang. Standar kepadatan kandang normal ayam broiler strain *Cobb* dengan tipe kandang terbuka berkisar 13-15 kg/ m^2 (Ismawati *et al.*, 2022). Kepadatan yang melebihi standar normal dapat menimbulkan efek negatif yaitu peningkatan suhu dan kelembapan dalam kandang serta sirkulasi udara yang buruk sehingga mengakibatkan ayam stress (Nurfaizin *et al.*, 2014). Ayam broiler mengalami stres saat dipelihara pada kepadatan 16 ekor/ m^2 atau 33 kg/ m^2 (Agusetyaningsih *et al.*, 2022).

Kepadatan yang terlalu tinggi menyebabkan adanya peningkatan suhu dan kelembaban dalam kandang serta sirkulasi udara yang buruk sehingga dapat memicu terjadinya stres oksidatif pada ayam broiler. Peningkatan suhu dan kelembaban tersebut menyebabkan kebutuhan energi seluler lebih tinggi, mendorong pembentukan radikal bebas di sel epitel usus melebihi kapasitas antioksidan yang ada di dalam tubuh ternak sehingga terjadi stres oksidatif (Elisa *et al.*, 2017). Selain itu, amonia yang menjadi salah satu sumber kontaminan udara di kandang juga meningkat. Ayam yang terkena amonia konsentrasi tinggi akan terhambat perkembangan vili pada ususnya sehingga bobot relatif usus akan menjadi rendah (Nurfaizin *et al.*, 2014).

2.3. Stres Oksidatif dan Antioksidan

Stres oksidatif adalah suatu kondisi yang disebabkan oleh adanya ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan sistem pertahanan antioksidan endogen atau antioksidan di dalam tubuh. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan suhu dan kelembaban kandang, serta sirkulasi kandang yang buruk akibat kepadatan kandang yang tinggi yang menyebabkan kebutuhan energi seluler lebih tinggi, mendorong pembentukan radikal bebas di sel epitel usus melebihi kapasitas antioksidan yang ada dalam tubuh ternak sehingga memicu terjadinya stres oksidatif (Puspitasari *et al.*, 2016; Fahrina *et al.*, 2021; Nurfaizin *et al.*, 2014). *Reactive oxygen species* (ROS) merupakan senyawa yang sangat reaktif dalam menghasilkan radikal bebas, pada kondisi tertentu sangat dibutuhkan oleh tubuh misalnya untuk membunuh bakteri yang masuk ke dalam tubuh. Namun, jika ROS

melebihi jumlah antioksidan di dalam tubuh, maka akan mengakibatkan kerusakan-kerusakan pada komponen lipid, protein, maupun *deoxyribonucleic acid* (DNA), kondisi ini disebut sebagai stres oksidatif (Winarsi, 2007; Afiati dan Widad, 2016).

Stres karena kepadatan tinggi dapat menurunkan pertumbuhan bobot badan dan konsumsi pakan, menurunkan kualitas produk unggas dan pada kasus yang parah meningkatkan mortalitas (Silas *et al.*, 2014; Agusetyaningsih *et al.*, 2022; Sugiharto dan Turrini, 2022). Stres karena kepadatan tinggi menyebabkan penurunan aktivitas enzim antioksidan. Dalam sebagian besar kondisi, stres dikaitkan dengan peningkatan kadar *malondialdehid* (MDA) dan penurunan kadar *superoxide dismutase* (SOD) yang merupakan respon perlindungan ayam broiler terhadap produksi radikal bebas yang berlebihan (Akbarian *et al.*, 2016).

Stres oksidatif dapat menyebabkan cedera sel epitel usus dan apoptosis sel yang memicu terjadinya hiperpermeabilitas usus sehingga produk bakteri dapat masuk dari lumen usus ke dalam sistem peredaran darah dan mempengaruhi sistem organ. Peradangan usus ini juga menurunkan penyerapan nutrisi dan mengakibatkan penurunan bobot relatif usus (Mishra dan Jha, 2019). Stres oksidatif dapat memicu perubahan pada beberapa hormon, khususnya hormon glukokortikoid. Peningkatan level hormon glukokortikoid dapat memberikan efek negatif pada sistem pencernaan ayam, seperti penurunan sekresi enzim pencernaan, menurunkan motilitas usus, dan meningkatkan laju pencernaan, sehingga nutrisi tidak diserap dengan optimal. Selain itu, peningkatan level hormon glukokortikoid, seperti kortikosteron dan kortisol dapat menyebabkan atrofi (pengecilan) vili jejunum sehingga mengurangi luas permukaan penyerapan nutrisi dan

menyebabkan bobot relatif organ yang rendah (Nurfaizin *et al.*, 2014; Kholis *et al.*, 2018; Sugito, 2009). Selain itu, stres oksidatif juga mempengaruhi morfologi usus ayam dan dapat menyebabkan perkembangan vili usus terhambat yang berdampak pada penurunan produktivitas ayam (Satimah *et al.*, 2019; Arfianta *et al.*, 2020).

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkap radikal bebas. Senyawa antioksidan akan mendonorkan satu elektronnya pada radikal bebas yang tidak stabil sehingga radikal bebas ini dapat dinetralkan dan tidak lagi mengganggu metabolisme tubuh (Rahmi, 2017). Penambahan antioksidan dalam pakan diperlukan untuk mengendalikan keberadaan radikal bebas dalam tubuh ayam. Produksi antioksidan dalam tubuh terjadi secara alami untuk mengimbangi produksi radikal bebas. Antioksidan tersebut kemudian berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap radikal bebas, namun peningkatan produksi radikal bebas yang terbentuk akibat dari luar mengakibatkan sistem pertahanan tersebut kurang memadai, sehingga diperlukan tambahan antioksidan dari luar (Muhtadi, 2013).

Penambahan antioksidan tambahan merupakan usaha menghambat produksi radikal bebas intraseluler atau meningkatkan kemampuan enzim pertahanan terhadap radikal bebas guna mencegah munculnya stres oksidatif (Prawitasari, 2019). Antioksidan dapat memulihkan fluiditas membran usus yang rusak. Kandungan antioksidan seperti flavonoid, saponin, tanin, hingga andrographolide dapat berperan sebagai anti inflamasi yang dapat mencegah usus dari kerusakan dan peradangan, serta meningkatkan respon imun sehingga terjadi regenerasi lamina propria dan epitel vili usus (Listyorini *et al.*, 2021).

Disisi lain, flavonoid juga memiliki fungsi kemampuan sebagai anti bakteri yang dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen seperti bakteri *coliform* dalam usus ayam yang dapat menghambat pertumbuhan vili-vili usus sehingga absorpsi nutrisi pakan menjadi rendah. Flavonoid akan melisis dan menghambat pembentukan dinding sel bakteri sehingga dapat membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri (Suryati *et al.*, 2017). Flavonoid memiliki manfaat lain yaitu melindungi mukosa usus dan mempertinggi vili usus sehingga dapat mengoptimalkan penyerapan nutrisi pakan. Penyerapan nutrisi yang optimal akan meningkatkan pencernaan nutrisi termasuk di dalamnya pencernaan protein. Pencernaan protein yang meningkat dapat mempengaruhi berat relatif usus ayam (Fard *et al.*, 2014; Mistiani *et al.*, 2020).

2.4. Bahan Herbal sebagai Sumber Antioksidan

Beberapa jenis *feed additive* telah diketahui memiliki sifat antioksidan dan kemampuan melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Ulupi dan Inayah, 2015). Antioksidan herbal diperoleh dari bahan alam, merupakan hasil dari metabolit sekunder tumbuhan yang menghasilkan senyawa aktif seperti senyawa golongan flavonoid (Kurniawati dan Sutoyo, 2021). Penggunaan antioksidan alami dinilai lebih aman karena menggunakan bahan yang berasal dari alam dan tidak tercampur bahan kimia (Widyantari, 2020). Salah satu alternatif yang saat ini dikembangkan adalah penggunaan bahan-bahan alami yang berasal dari tanaman atau herbal. *Andrographis paniculata* (sambiloto) dan *Cosmos caudatus* (kenikir) merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia dan memiliki zat bioaktif yang terbukti

dapat berperan sebagai antioksidan alami (Hidayah *et al.*, 2023; Indriyani *et al.*, 2021).

2.4.1. Kenikir

Kenikir (*Cosmos caudatus*) merupakan tanaman yang mudah dijumpai di Indonesia dan termasuk tanaman tropis anggota suku *Asteraceae* yang berasal dari Amerika Tengah dan sebagian daerah beriklim tropis lainnya (Indriyani *et al.*, 2021). Daun kenikir memiliki berbagai manfaat, seperti antihipertensi, antidiabetes, dan antiinflamasi, serta meningkatkan sirkulasi darah, memperkuat struktur tulang, dan mengobati luka (Amna *et al.*, 2013; Chan *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2017). Komponen bioaktif pada daun kenikir khususnya total flavonoid berperan sebagai antioksidan (Yondra *et al.*, 2014).

Flavonoid dapat mencegah stres oksidatif. Daun Kenikir yang mengandung flavonoid dapat menghambat proses peroksidasi lipid, sehingga radikal bebas tidak dapat berkembang menjadi radikal bebas baru (Sari dan Damayanti, 2021). Flavonoid adalah metabolit sekunder dari polifenol, ditemukan secara luas pada tanaman serta makanan dan memiliki berbagai efek bioaktif termasuk anti virus, anti-inflamasi (Qinghu *et al.*, 2016), kardioprotektif, anti-diabetes, anti kanker (Marzouk, 2016), anti penuaan, antioksidan (Vanessa *et al.*, 2014).

Daun kenikir memiliki kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan yang tinggi. Ekstrak etanol dari daun kenikir memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ 72 µg/ml dan kandungan senyawa fenolik sebesar 377,1 mg GAE/g sampel (Mediani *et al.*, 2013; Rahman *et al.*, 2017). Daun kenikir mengandung senyawa yang memiliki daya antioksidan cukup tinggi dengan IC₅₀ sebesar 70

mg/L (Nofanni dan Ruqoyah, 2016). Suplementasi ekstrak daun kenikir yang dienkapsulasi, terutama dengan dosis 1,5 g/kg, mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh stres akibat kepadatan kandang yang tinggi pada ayam pedaging. Terlepas dari efek padat tebar, suplementasi pakan dengan enkapsulasi ekstrak daun *Cosmos caudatus* 0,5 dan 1,0 g/kg dapat meningkatkan pertambahan bobot harian ayam pedaging (Agusetyaningsih *et al.*, 2022).

2.4.2. Sambiloto

Andrographis paniculata atau sambiloto adalah tanaman kecil, tahunan, dan bercabang yang tergolong dalam keluarga *Acanthaceae* (Cahyawati, 2021). Sambiloto merupakan salah satu tanaman yang berasal dari genus *Andrographis* yang telah lama dikenal sebagai bahan obat tradisional. Tanaman sambiloto memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber hayati untuk keperluan *biopharmaceutical industry*. Tanaman sambiloto memiliki rasa yang sangat pahit karena mengandung senyawa *andrographolide*. Selain itu, sambiloto juga mengandung senyawa saponin, terpenoid, flavonoid dan tanin. Akar dan batang tanaman sambiloto banyak ditemukan senyawa flavonoid. Bagian batang dan daun banyak mengandung diterpen lakton, alkana, ketone dan aldehid (Imanta, 2017; Royani *et al.*, 2014).

Salah satu manfaat sambiloto yaitu memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Utami, 2021). Sambiloto memiliki senyawa aktif bernama *andrographolide*. *Andrographolide* merupakan salah satu senyawa yang mudah dijumpai dalam tanaman sambiloto. Di dalam daun sambiloto, kadar senyawa *andrographolide* sebesar 2,5-4,8% dari berat keringnya (Dai *et al.*, 2019). Senyawa *andrographolide*

merupakan senyawa yang termasuk golongan trihidroksilaton dengan rumus molekul $C_{20}H_{30}O_5$. Kandungan *andrographolide* di dalamnya mampu meningkatkan fungsi sistem pertahanan tubuh seperti sel darah putih untuk menyerang bakteri dan antigen lainnya (immunomodulator), flavonoid sebagai antiinflamasi, dan tanin sebagai antidiare (Alkandahri *et al.*, 2018; Imanta, 2017). Penambahan ekstrak sambiloto dalam bentuk campuran air sebanyak 5 ml/liter air minum berpengaruh dalam performans ayam broiler, khususnya konversi pakan (Astuti dan Suripta, 2021).

2.5. Ekstraksi dan Enkapsulasi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Hasil dari ekstraksi adalah ekstrak. Ekstrak adalah sediaan yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Saputra *et al.*, 2020; Fajarullah *et al.*, 2014). Teknik ekstraksi tanaman herbal dapat digunakan untuk mengambil senyawa bioaktif dari tanaman herbal, seperti flavonoid fenolik, alkaloid, saponin, steroid, dan triterpenoid (Tetti, 2014).

Pembuatan ekstrak daun kenikir dan sambiloto dilakukan dengan cara mencuci bersih daun segar lalu dikeringkan di bawah sinar matahari dan dibolak-balik secara berkala. Daun kering kemudian dihaluskan hingga menjadi serbuk halus atau simplisia (Dwiyanti *et al.*, 2014; Septianingsih *et al.*, 2012). Simplisia

daun diekstrak selama 6 jam dengan menggunakan pelarut etanol 70%, dimana perbandingan bahan terhadap pelarut adalah 1:10. Setelah diekstrak, bahan didiamkan selama 24 jam, kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtrat (sari). Filtrat diuapkan dengan penguap berputar pada suhu 400 C sampai pelarutnya sudah tidak menetes sehingga dihasilkan ekstrak kental. Ekstrak kental ditimbang kemudian ditambahkan bahan pengisi (amilum) dengan kadar dan konsentrasi sesuai dengan perlakuan. Selanjutnya ekstrak kental dan bahan pengisi diaduk hingga merata dan siap untuk dikeringkan (Sembiring, 2009).

Enkapsulasi merupakan teknologi untuk mengemas bahan aktif dalam bentuk partikel berukuran mikro atau nano. Enkapsulasi didefinisikan sebagai proses untuk memasukkan zat aktif ke dalam suatu bahan sebagai dinding atau pelapis (Ersus dan Yurdagel, 2007). Tujuan utama dari enkapsulasi ini adalah untuk melindungi bahan aktif dari kondisi lingkungan yang buruk seperti pengaruh cahaya, kelembaban dan oksigen yang tidak diinginkan sehingga berkontribusi terhadap umur simpan produk (Mahdavi *et al.*, 2014).

Zat aktif antioksidan dalam ekstrak kenikir dan sambiloto memiliki daya simpan yang rendah sehingga diperlukan enkapsulasi untuk melindungi zat aktif antioksidan agar stabil dan memiliki daya simpan yang baik (Susilawati dan Soewondo, 2022). Enkapsulasi zat bioaktif dalam tanaman herbal berfungsi untuk memperpanjang masa simpan karena dapat mencegah kerusakan zat aktif akibat suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban dan resiko kontaminasi jamur. Enkapsulasi dapat melindungi senyawa fenolik dalam ekstrak (Siregar dan Kristanti, 2019).

Pemilihan bahan penyalut sangat menentukan keberhasilan proses enkapsulasi. Penyalut yang umum digunakan oleh para peneliti ialah maltodekstrin dan kitosan (Kurniasih *et al.*, 2016). Metode enkapsulasi dapat dikategorikan menjadi dua, metode kimia dan metode fisik. Metode kimia terdiri dari koaservasi dan ko-kristalisasi. Metode fisik terdiri dari *spray drying*, *spray cooling*, *fluidized bed coating*, *ekstrusi*, dan *freeze drying* (Agustin dan Wibowo, 2021).

2.6. Organ Pencernaan

Sistem pencernaan ayam broiler terdiri atas mulut, esofagus, tembolok (*ingluvies*), proventrikulus, ventrikulus, usus halus, seka, usus besar, dan kloaka yang berperan dalam proses perombakan bahan makanan (baik secara fisik maupun kimia) menjadi zat-zat makanan yang siap diserap oleh dinding saluran pencernaan (Fahik *et al.*, 2021). Usus halus dan seka merupakan organ pencernaan yang penting dalam pencernaan pakan dan fungsi imunologis. Penyerapan nutrisi oleh usus dapat berlangsung secara optimal apabila usus dalam keadaan sehat. (Pertiwi *et al.*, 2017). Saluran pencernaan yang sehat ditandai dengan perkembangan berat dan panjang, serta perkembangan vili yang optimal sehingga dapat mengoptimalkan penyerapan nutrisi. Penyerapan nutrisi yang baik dari pakan akan membantu peningkatan bobot hidup ayam (Mario *et al.*, 2013).

2.6.1. Usus Halus

Usus halus adalah organ pencernaan yang memiliki fungsi untuk mencerna dan menyerap nutrisi yang berasal dari pakan. Usus halus yang meliputi jejunum, ileum dan duodenum memiliki panjang dan lebar yang dapat mempengaruhi bobot

badan yang signifikan (Anggoro *et al.*, 2019; Pertiwi *et al.*, 2017). Usus halus tidak hanya berperan penting dalam pencernaan dan penyerapan nutrisi pakan, tetapi juga termasuk sistem imun terbesar dalam tubuh ternak (Liu, 2015). Usus halus yang lebih panjang dan berat merupakan tempat pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih besar. Hal ini apabila adanya penambahan berat badan maka adanya penambahan pada bobot usus halus juga. Ayam broiler yang memiliki bobot badan yang berat berarti memiliki usus halus yang panjang dan lebih luas bidang absorpsinya dibanding dengan ayam yang bertubuh ringan (Wang *et al.*, 2016; Satimah *et al.*, 2019). Sebagian besar proses penyerapan nutrisi terjadi pada duodenum bagian bawah dan jejunum bagian atas (Iqbal *et al.*, 2015). Penambahan enkapsulasi buah perijoto sebagai antioksidan tambahan pada ransum dengan kadar 0,08% dapat meningkatkan bobot relatif usus halus secara optimal (Zumaroh *et al.*, 2023).

Duodenum bermula dari ujung distal gizzard dan berbentuk kelokan, disebut *duodenal loop*, dimana pankreas menempel pada kelokan ini. Pankreas mensekresikan pancreatic juice yang mengandung enzim amilase, lipase dan tripsin (Suprijatna *et al.*, 2008). Perkembangan organ duodenum dipengaruhi beberapa faktor, seperti kandungan nutrisi dan kualitas pakan (Uni *et al.*, 1996; Svihus, 2014), faktor genetik ayam (Resnyk *et al.*, 2017), lingkungan, kesehatan ayam (Teirlynck *et al.*, 2009), dan faktor hormonal (Uni *et al.*, 1996; Olyayee *et al.*, 2023). Fungsi duodenum yaitu sebagai tempat penyerapan sari-sari makanan. Panjang duodenum berkaitan erat dengan panjang vili dan bobot relatif duodenum dimana semakin panjang vili usus maka permukaan untuk absorpsi nutrisi juga

akan semakin luas dan penyerapan nutrisi lebih optimal sehingga menyebabkan duodenum juga semakin berat dan panjang (Satimah *et al.*, 2019). Bobot relatif duodenum ayam broiler yaitu 0,62-0,75% (Ananda *et al.*, 2023).

Bagian usus halus setelah duodenum adalah jejunum. Proses pencernaan pakan setelah melewati bagian duodenum akan dilanjutkan di dalam jejunum (Yuwanta, 2004). Jejunum merupakan organ usus halus yang paling panjang, dari ujung dinding duodenum hingga ileum. Fungsi utama dari jejunum adalah menyerap nutrisi lanjutan yang sebelumnya telah diserap di dalam duodenum, sebagian besar nutrisi pakan yang telah dicerna akan diserap di jejunum (Tillman *et al.*, 1991). Jejunum menyerap nutrisi seperti gula, asam amino dan asam lemak, yang sebelumnya telah diserap di dalam duodenum. Rata-rata bobot relatif jejunum yaitu sebesar 1,10-1,19% (Satimah *et al.*, 2019).

Proses pencernaan dan absorpsi pakan setelah melewati bagian jejunum dalam usus halus akan dilanjutkan di dalam ileum sampai tinggal bahan yang tidak dapat tercerna (Tillman *et al.*, 1991). Ileum merupakan bagian dari usus halus setelah jejunum yang berfungsi mengabsorpsi partikel-partikel kecil dari nutrisi. Sepanjang permukaan ileum terdapat banyak villi. Permukaan villi terdapat mikrovilli yang berfungsi untuk mengabsorpsi hasil pencernaan (Suprijatna *et al.*, 2008). Peran utama ileum yaitu sebagai tempat penyerapan air dan mineral meskipun beberapa penyerapan nutrisi lanjutan masih terjadi disini (Svihus, 2014). Rata-rata bobot relatif ileum sebesar 0,83-1,08% (Elisa *et al.*, 2017).

Dalam saluran pencernaan ayam, terdapat bakteri patogen dan non patogen. Bakteri menguntungkan yang ada di dalam usus halus misalnya bakteri asam laktat

(BAL) sedangkan bakteri patogen misalnya bakteri *coliform* (Sulfani *et al.*, 2018). Bakteri asam laktat dapat menghasilkan *bacteriocin* yang dapat mengeliminasi bakteri patogen. Peningkatan populasi bakteri asam laktat (BAL) akan berpengaruh terhadap perkembangan vili usus, dimana semakin tinggi jumlah BAL maka penyerapan nutrisi semakin maksimal dan berdampak pada peningkatan bobot usus (Cahyaningsih *et al.*, 2014).

2.6.2. Seka

Seka adalah bagian organ pencernaan yang juga sering disebut usus buntu. Seka pada ternak unggas khususnya ayam terdiri dari dua bagian yaitu bagian kiri dan bagian kanan (Yuwanta, 2004). Seka memiliki fungsi sebagai tempat pencernaan secara mikrobial dengan tujuan untuk mencerna nutrisi khususnya serat kasar dan penyerapan air yang tidak terserap oleh usus halus (Anggoro *et al.*, 2019). Seka berperan penting dalam sistem pencernaan, seperti absorpsi air dan elektrolit, mencerna nutrisi yang tidak diserap di usus halus, fermentasi mikroba, yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap produktivitas ayam broiler (Widodo *et al.*, 2015).

Faktor yang mempengaruhi bobot seka adalah jumlah pakan yang tidak terserap di usus halus, apabila sisa pakan yang tidak terserap banyak maka seka akan semakin besar karena harus menampung dan mencerna serat yang belum terurai (Anggoro *et al.*, 2019; Badrussalam *et al.*, 2020). Pakan yang masuk ke dalam seka akan terjadi proses pencernaan secara mikrobiologi karena di dalam seka terdapat beberapa mikrobial yang mampu membantu pencernaan terutama pencernaan serat kasar (Rasyaf, 2012). Rata-rata bobot relatif seka ayam broiler

tanpa perlakuan yaitu sebesar 0,29% (Pertiwi *et al.*, 2017). Penambahan air minum ekstrak tomat sebesar 40-120 mL/hari sebagai sumber antioksidan pada ayam broiler terbukti dapat meningkatkan bobot relatif seka (Nugraha *et al.*, 2019).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2023 di Kandang Penelitian C, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Analisis kandungan bahan pakan penyusun ransum dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Analisis bobot relatif organ pencernaan ayam dilaksanakan di Laboratorium Penetasan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1. Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian berupa 370 ekor DOC *unsex* dengan strain *Cobb* CP 707 produksi PT. Charoen Pokphand, Salatiga, Jawa Tengah dengan bobot rata – rata $46 \pm 1,63$ g. Ayam dipelihara di dalam kandang postal yang dibagi dalam 25 pen berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$. Ayam broiler pada umur 7 hari memberikan bobot badan rata-rata $200,15 \pm 0,63$ g.

Bahan yang digunakan dalam penelitian berupa pakan komersial, desinfektan, kapur, vaksin ND IB untuk umur 4 hari, vaksin gumboro untuk umur 12 hari, dan enkapsulasi ekstrak kenikir dan sambiloto. Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu kandang, *baby chick feeder*, *pan feeder*, galon minum, koran dan kardus, nampan, tirai terpal dan plastik, *thermohygrometer*, instalasi listrik,

bohlam 100 watt, sprayer, seng serta perlengkapan pengambilan data berupa timbangan digital, spidol, label, alat tulis, pisau dan gunting.

3.2. Metode

3.2.1. Rancangan percobaan

Penelitian menggunakan RAL dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga terdapat 25 unit percobaan dengan tiap ulangan berisi 10 ekor untuk perlakuan kepadatan kandang normal dan 16 ekor untuk perlakuan kepadatan kandang tinggi (KKT). Perlakuan yang diberikan meliputi:

- T0 : Pakan basal + kepadatan kandang normal 10 ekor/m²
- T1 : Pakan basal + kepadatan kandang tinggi 16 ekor/m²
- T2 : Pakan basal + EEDK 1 g/kg pakan+ kepadatan kandang tinggi 16 ekor/m²
- T3 : Pakan basal + EEDS 1 g/kg pakan + kepadatan kandang tinggi 16 ekor/m²
- T4 : Pakan basal + EEDK 0,5 g/kg pakan + EEDS 0,5 g/kg pakan + kepadatan kandang tinggi 16 ekor/m²

3.2.2. Prosedur penelitian

Tahap persiapan bahan dimulai dari proses enkapsulasi dengan teknik *freeze drying* menggunakan tepung ekstrak sambiloto dan kenikir yang keduanya dibeli dari *online shop* (Herbaderm Boyolali) dan maltodekstrin sebagai bahan penyalut yang dibeli dari toko kimia Indrasari. Tahap pertama yang dilakukan yaitu membuat 2 buah campuran larutan dari maltodekstrin dan aquades dengan komposisi 375 g maltodekstrin dan 2.125 L aquades. Tepung ekstrak kenikir dan ekstrak sambiloto

masing-masing sebanyak 500 g dimasukkan ke dalam campuran larutan tersebut dan diaduk sampai homogen. Masing-masing campuran tersebut dibekukan dengan suhu -30°C dalam *freeze dryer* selama 24 jam. Produk enkapsulasi tersebut dihaluskan dengan mortar dan siap dicampur ke dalam pakan sesuai perlakuan.

Tahap penyusunan ransum dilakukan berdasarkan standar kebutuhan nutrisi ayam broiler pada fase *starter* maupun *finisher* kemudian dilakukan penimbangan dan pencampuran. Persentase masing-masing bahan pakan yang digunakan dan kandungan nutrisinya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pakan dan Kandungan Nutrisinya

Bahan Pakan	Komposisi	
	<i>Starter</i>	<i>Finisher</i>
	(%)	
Jagung Kuning	54,05	59,25
Minyak kelapa sawit	2,11	2,70
Bungkil Kedelai	40,04	34,50
DL-methionine	0,19	0,19
Bentonit	0,75	0,75
Limestone	0,75	0,75
Monocalcium Phospat (MCP)	1,30	1,05
Premix	0,34	0,34
Chlorine chloride	0,07	0,07
Garam	0,40	0,40
Jumlah	100	100
Kandungan Nutrisi* (%)		
Energi Metabolis (%)**	2.899,61	2.999,15
Serat Kasar (%)	1,69	1,39
Protein Kasar (%)	22,06	18,22
Lemak Kasar (%)	3,28	4,87
Kalsium (%)	4,96	6,99
Fosfor (%)	0,57	0,54

Keterangan: *Hasil analisis proksimat ransum di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2023).

**Hasil perhitungan berdasarkan rumus Bolton (1967) yang dikutip oleh Sugiharto *et al.* (2019).

Tahap persiapan kandang diawali dengan pembersihan area luar dan dalam kandang dengan menggunakan detergen, kemudian melakukan pengapuran di bagian lantai dan dinding kandang dengan kapur gamping, pemasangan lampu pijar dan tirai kandang. Fumigasi kandang dilakukan dengan menggunakan formalin dan KmnO_4 , lalu mencuci tempat pakan dan minum dengan sabun dan desinfektan serta melakukan desinfeksi dengan menyemprotkan desinfektan pada seluruh bagian kandang.

Pemeliharaan ayam broiler dilakukan selama 38 hari mulai dari DOC hingga siap panen. Pemeliharaan dimulai dengan *chick in*, kegiatan ini dilakukan dengan cara DOC ditimbang bobot badannya sebelum dimasukan ke dalam masing-masing pen. Persiapan *brooding* dilakukan dengan *pre heating* menggunakan lampu 15 watt di masing-masing pen. *Pre heating* dilakukan sebelum DOC datang dengan dengan suhu minimal 32°C dan kelembaban 60%-70%, kemudian DOC diberi air minum yang dicampur larutan sorbitol yang bertujuan untuk memulihkan kondisi DOC setelah menempuh perjalanan.

Ayam umur 1-5 hari diberi ransum *pre starter* komersial BR-11. Ayam umur 6 hari mulai diberikan masa adaptasi dengan penambahan ransum komersial dan ransum perlakuan dengan perbandingan 75% : 25% pada pagi hari dan perbandingan 50% : 50% pada sore hari. Ayam umur 7 hari diberikan ransum komersial dan ransum perlakuan dengan perbandingan 25% : 75% pada pagi hari dan 100% ransum perlakuan pada sore hari hingga panen atau umur 35 hari. Pencatatan pemberian pakan dilakukan setiap hari dan penimbangan sisa pakan dilakukan setiap satu minggu sekali. Ayam broiler diberikan air minum dengan

campuran sorbitol dan air galon dengan perbandingan 1: 10 pada umur 0 - 1 hari dan air minum dengan air galon di umur 2-13 hari. Pemberian air minum dengan campuran destan dengan perbandingan 7,5 ml : 15.000 ml pada umur 14-35 hari secara *ad libitum*. Ayam broiler ditimbang bobot badannya setiap satu minggu sekali untuk mendapatkan data pertambahan bobot badan mingguan. Dalam pemeliharaan ayam broiler dilakukan vaksinasi meliputi vaksin Medivac ND IB umur 4 hari melalui tetes mata dengan dosis 1 tetes untuk 1 ayam broiler dan vaksin Medivac IBD pada umur 14 hari melalui air minum dengan dosis 1 vial untuk 7 L air minum. Kemudian ayam broiler diberikan vita stress untuk mencegah stres akibat pemberian vaksin. Vita stress diberikan selama 2 hari sebelum dan sesudah vaksinasi dengan dosis 1 gram tiap 1 liter air minum.

Tahap pengambilan data dilakukan pada akhir pemeliharaan yaitu saat ayam broiler berumur 38 hari. Satu ekor ayam diambil secara acak dari setiap ulangan, lalu ditimbang untuk mendapatkan bobot hidupnya kemudian disembelih. Selanjutnya dilakukan pencabutan bulu, pembedahan abdominal, hingga pengambilan organ pencernaan ayam. Sampel organ pencernaan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan penimbangan untuk mendapatkan bobot masing-masing organ duodenum, jejunum, ileum, dan seka. Penimbangan organ dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram. Bobot relatif organ dihitung menggunakan rumus (Citra *et al.* 2019, Lestari *et al.* 2020) sebagai berikut:

$$\text{bobot relatif organ} = \frac{\text{bobot organ}}{\text{bobot hidup}} \times 100\%$$

3.2.3. Analisis data

Tahap analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis sidik ragam pada taraf signifikansi 5% dengan model linier dari rancangan penelitian adalah sebagai berikut (Masjkur, 2011):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} ; i = (0,1,2,3,4) ; j = (1,2,3,4,5)$$

Keterangan:

- Y_{ij} : Hasil pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ : Nilai tengah umum (rata-rata populasi) hasil pengamatan perlakuan
- τ_i : Pengaruh imbuhan dari perlakuan ke-i
- ε_{ij} : Pengaruh galat percobaan yang memperoleh perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- i : Perlakuan 0,1,2, 3, dan 4
- j : Ulangan 1,2,3, 4 dan 5

Hipotesis yang diuji:

- H_0 : $\tau_i = 0$, tidak ada pengaruh penambahan enkapsulasi ekstrak kenikir dan sambiloto terhadap bobot relatif organ pencernaan ayam broiler pada kepadatan kandang yang tinggi.
- H_1 : $\tau_i \neq 0$, ada pengaruh penambahan enkapsulasi ekstrak kenikir dan sambiloto terhadap bobot relatif organ pencernaan ayam broiler pada kepadatan kandang yang tinggi.

Kriteria Pengambilan Keputusan:

1. Apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

2. Apabila $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, maka dilanjutkan dengan uji beda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan