

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Itik peking (*Anas platyrhynchos domestica*) merupakan salah satu jenis unggas yang memiliki peran penting dalam industri peternakan, terutama dalam produksi daging. Itik peking dibudidayakan untuk keperluan komersial sebagai itik pedaging unggul karena memiliki pertumbuhan yang cepat, tubuh besar, dan daging berkualitas tinggi. Bobot itik peking dewasa berumur 40 hari dapat mencapai lebih dari 2 kg (Muthmainnah & Khalid, 2022). Itik peking secara fisik memiliki bulu putih bersih, paruh dan kaki berwarna kuning oranye, serta tubuh yang tegap dengan dada membusung dan besar (Taufik dkk., 2023). Jenis unggas ini diketahui memiliki daya adaptasi yang baik terhadap lingkungan dan sistem pemeliharaan intensif serta mempunyai daya tahan tubuh yang sangat baik sehingga tidak mudah terserang penyakit (Subekti & Hastuti, 2015).

Pertumbuhan optimal itik peking sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi esensial dalam ransum yang diformulasikan secara tepat. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa ransum berkualitas tinggi diketahui mengandung protein 18-22% dengan komposisi nutrisi antara lain, asam amino lisin (1,15%), metionin (0,45%), dan energi metabolis 3000-3200 kkal/kg. Ransum dengan kandungan nutrisi dan energi metabolis tersebut dapat mendukung pertumbuhan harian mencapai 50-55 g (Liu *et al.*, 2023). Nutrisi yang seimbang tidak hanya mendukung pertumbuhan, tetapi juga berperan krusial dalam menjaga kesehatan organ limfoid, seperti limpa. Hasil penelitian Wang

et al. (2022) membuktikan bahwa defisiensi vitamin E (50 IU/kg) dan selenium organik (0,3 ppm) dapat menurunkan proliferasi limfosit limpa mencapai 25%.

Sistem imun pada unggas memainkan peran penting dalam melindungi tubuh dari berbagai patogen dan memastikan kesehatan yang optimal. Salah satu organ vital dalam sistem imun unggas adalah limpa, yang berfungsi sebagai pusat respons imun terhadap antigen yang masuk melalui darah. Limpa berperan dalam produksi dan pematangan limfosit serta penyaringan darah untuk mengeliminasi eritrosit yang rusak dan mikroorganisme patogen (Yulisa dkk., 2023). Davison *et al.* (2008) menjelaskan peran limpa dalam sistem imun pada unggas yaitu berfungsi sebagai sistem pertahanan spesifik tubuh dari patogen. Secara anatomis dan fungsional, limpa itik terdiri atas dua komponen utama, yaitu pulpa merah yang berperan dalam filtrasi darah dan fagositosis, serta pulpa putih yang bertanggung jawab untuk respons imun adaptif. Penelitian Shi *et al.* (2023) menggunakan pendekatan proteogenomik untuk menganalisis respons limpa ayam terhadap infeksi *Escherichia coli* O78. Hasilnya menunjukkan bahwa infeksi *E. coli* menginduksi aktivasi jalur pematangan fagosom, yang berperan penting dalam eliminasi bakteri invasif. Hasil penelitian ini menjelaskan tentang peran penting pematangan fagosom terhadap fungsi makrofag limpa.

Kesehatan dan perkembangan limpa pada unggas dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk infeksi virus atau bakteri yang dapat merusak organ limfoid dan mengganggu fungsi sistem imun. Stres akibat kondisi lingkungan yang tidak optimal serta nutrisi yang kurang optimal dapat memengaruhi

perkembangan organ limfoid (Yulisa dkk., 2023). Kualitas pakan juga berperan penting, nutrisi yang tidak mencukupi dapat menghambat pertumbuhan organ imun, seperti bursa fabricius yang akan memengaruhi fungsi limpa (Hanum dkk., 2017). Berdasarkan hasil penelitian tentang berbagai macam faktor yang mempengaruhi perkembangan dan respons organ limfoid terhadap infeksi patogen, stres, dan kualitas pakan perlu dilakukan upaya untuk mengoptimalkan fungsi sistem imun itik peking melalui manajemen kesehatan dan pakan dengan komposisi nutrisi yang tepat.

Limpa merupakan organ limfoid sekunder yang mempunyai peran penting dalam mempertahankan fungsi kekebalan tubuh unggas, termasuk itik peking. Organ ini berperan dalam produksi, pematangan, dan penghancuran limfosit (Jamilah dkk., 2013). Fungsi limpa sangat rentan terganggu akibat beberapa faktor eksternal, seperti infeksi patogen, stres lingkungan, serta pakan dengan kandungan nutrisi yang tidak mencukupi. Infeksi virus atau bakteri merupakan faktor lain yang menyebabkan kerusakan pada jaringan limfoid, yang berakibat terjadinya gangguan fungsi imun dan penurunan resistensi terhadap penyakit (Yulisa dkk., 2023). Faktor stres lingkungan, seperti kepadatan kandang yang tinggi, fluktuasi suhu, dan kondisi manajemen pemeliharaan yang buruk, terbukti menyebabkan imunosupresi dan mengecilnya organ imun sekunder, termasuk limpa (Hanum dkk., 2017). Pakan dengan kandungan nutrisi yang tidak optimal, terutama kekurangan protein dan vitamin, turut memperburuk perkembangan organ-organ imun seperti bursa fabricius dan limpa (Yulisa dkk., 2023).

Hasil penelitian tentang pengaruh imbuhan pakan terhadap Struktur mikroanatomi limpa pada itik peking masih terbatas dilaporkan. Nugroho dkk. (2020) meneliti dengan memanfaatkan tepung kulit ari kedelai dalam ransum itik peking dan menemukan bahwa penggunaan bahan tersebut sampai 4% tidak berdampak negatif terhadap kinerja produksi. Penelitian tersebut masih terbatas pada aspek pertumbuhan dan belum mengkaji aspek imunologis, khususnya histomorfologi limpa. Penelitian oleh Windoro dkk. (2020) menggunakan imbuhan tepung daun kelor sebanyak 2,5-10% tidak memengaruhi bobot organ dalam serta lemak abdominal itik peking, dan belum mengkaji struktur mikroanatomi organ limfoid. Istyadi dkk. (2023), telah melakukan penelitian dengan mengombinasikan antara sumber protein hewani dan nabati dalam pakan dengan hasil terjadinya peningkatan kinerja pertumbuhan itik, tetapi belum mencakup evaluasi terhadap respons organ limfoid. Berdasarkan hal tersebut, perlu dicari solusi alternatif penggunaan bahan pakan fungsional yang memiliki aktivitas meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, kesehatan, dan produktivitas itik peking yang terkait dengan organ limfoid. *Spirulina* sp. menjadi salah satu bahan fungsional yang memiliki potensi dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pakan pada budi daya itik peking.

Spirulina platensis adalah mikroalga biru-hijau bersel tunggal yang tumbuh secara alami hidup di perairan alkali dan dikenal sangat kaya protein nabati (Becker, 2013). Mikroalga ini mengandung senyawa bioaktif, yang meliputi fikosianin, β -karoten, vitamin B12, dan asam amino esensial yang

bermanfaat untuk kesehatan (Karkos *et al.*, 2011). Komposisi nutrisi yang lengkap dari mikroalga ini, membuat spirulina banyak digunakan sebagai imbuhan pakan untuk meningkatkan performa dan sistem imun ternak (Belay, 2002). Hasil penelitian telah melaporkan bahwa spesies ini kaya akan protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif, meliputi fenol, polisakarida, dan β -karoten yang bersifat imunostimulan dan antioksidan (Kamaludin & Holik, 2022). *Spirulina* sp. diketahui mengandung berbagai macam senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Kedua potensi ini mejadikan spirulina sebagai kandidat potensial dalam pengembangan pakan fungsional (Holman & Malau-Aduli, 2013). *Spirulina platensis* yang ditambahkan ke dalam pakan mampu menurunkan kadar kolesterol daging itik peking mencapai 16,63%, yang mencerminkan perbaikan profil metabolik dan peningkatan fungsi fisiologis organ (Rahmasari *et al.*, 2024).

Berbagai penelitian telah membuktikan potensi *Spirulina platensis* sebagai imbuhan untuk meningkatkan kualitas pakan pada unggas. Studi Kamaludin & Holik (2022) pada ayam petelur menunjukkan peningkatan produktivitas 15-20% dan efisiensi reproduksi 12% tanpa mengurangi konsumsi pakan, meski belum mengkaji dampak imunologisnya. Temuan serupa oleh Satyantini & Sukenda (2014) mengungkapkan kemampuan spirulina sebagai imunostimulan alami melalui peningkatan aktivitas fagositosis makrofag 30-45%. Hasil penelitian Budiwardani *et al.* (2024) menunjukkan bahwa suplementasi spirulina 0-10% mampu mempertahankan struktur histologis hati meskipun tidak berpengaruh signifikan terhadap

parameter hepatosomatik. Penelitian Mahfudin dan Prabewi (2022) lebih lanjut mengonfirmasi bahwa dosis 6% spirulina meningkatkan produksi telur 18% dan fertilitas 22% pada ayam petelur. Krama (2014) menemukan bahwa penambahan 1,5% spirulina secara signifikan meningkatkan kualitas telur dengan perbaikan berat telur 8,5%, indeks putih telur 12%, dan indeks kuning telur 15%, sekaligus mempertahankan ketebalan kerabang optimal.

Spirulina platensis mengandung senyawa bioaktif yang dapat meningkatkan respons imun, termasuk peningkatan aktivitas makrofag, produksi antibodi, dan modulasi sitokin (Ali *et al.*, 2015). Suplementasi spirulina dalam pakan ayam broiler yang diberi diet rendah protein mampu mengembalikan ekspresi sitokin pro-inflamasi seperti IL-6, IL-3, IL-18, dan TNF- α ke tingkat normal. Selain itu, terjadi peningkatan ekspresi IL-10, yang menunjukkan bahwa *Spirulina* sp. dapat meningkatkan aktivitas makrofag dan respons imun adaptif. Sifat antioksidan dari fikosianin dalam mikroalga ini juga membantu mengurangi stres oksidatif, yang berkontribusi pada peningkatan kesehatan organ limfoid seperti limpa (Elise dkk., 2023). Hasil penelitian ini lebih lanjut melaporkan, fikosianin pigmen utama dalam spirulina, memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Fikosianin yang dimurnikan dari *Spirulina platensis* memiliki kemampuan menangkap radikal bebas yang signifikan, dengan nilai IC₅₀ sebesar 338,585 mg/mL. Aktivitas antioksidan ini penting untuk melindungi organ limfoid seperti limpa dari stres oksidatif.

Penelitian oleh Ali *et al.* (2015) menunjukkan bahwa suplementasi *Spirulina* sp. dalam pakan ayam broiler dapat meningkatkan produksi antibodi dan respons imun humoral. Hal ini menunjukkan bahwa spirulina dapat memperkuat sistem imun adaptif melalui peningkatan produksi antibodi. Studi oleh Yulisa dkk. (2023) menemukan bahwa pemberian spirulina pada ayam broiler yang divaksinasi terhadap virus *newcastle disease* (NDV) dapat meningkatkan titer antibodi hemaglutinasi-inhibisi (HI) dan mengurangi lesi histopatologis pada limpa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa spirulina dapat memberikan efek protektif terhadap infeksi virus melalui peningkatan respons imun. Penggunaan *Spirulina* sp. sebagai imbuhan pakan dapat menjadi strategi alternatif untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas itik melalui perbaikan kualitas pakan dan fungsi sistem imun.

Berbagai manfaat spirulina telah banyak dilaporkan, informasi mengenai pengaruhnya terhadap struktur histologis dan fungsi organ limfoid, khususnya limpa pada itik peking, masih sangat terbatas. Kesenjangan penelitian ini menjadi dasar penting untuk melakukan kajian lebih mendalam guna memahami mekanisme *Spirulina* sp. sebagai imbuhan pakan pada itik peking. Bahan ini dapat berfungsi sebagai imunostimulan alami yang efeknya dapat dievaluasi melalui variabel bobot dan struktur mikroanatomi limpa, meliputi tebal kapsul limpa, jumlah folikel, diameter pulpa putih, luas pulpa putih, dan diameter pusat germinal (Yulisa dkk., 2023).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa efek imunostimulan *Spirulina platensis* dapat tercermin pada perubahan morfologi dan aktivitas organ

limfoid, khususnya limpa. Senyawa bioaktif seperti fikosianin, flavonoid, polisakarida, dan β -karoten berperan dalam meningkatkan proliferasi serta diferensiasi sel limfoid, memperkuat struktur pulpa putih, dan menjaga keseimbangan aktivitas germinal center dalam kondisi fisiologis normal (Ali *et al.*, 2015). Namun, kajian mengenai pengaruh spirulina terhadap aspek struktur mikroanatomi limpa itik peking masih terbatas, terutama terkait parameter ketebalan kapsul, jumlah folikel, diameter folikel, luas dan diameter pulpa putih, serta diameter pusat germinal. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji hipotesis bahwa penambahan tepung spirulina ke dalam pakan dapat meningkatkan bobot organ dan variabel morfometri limpa sebagai indikator aktivitas imunologis pada itik peking jantan.

Penelitian ini menggunakan *Spirulina platensis* dalam bentuk tepung karena mudah dicampurkan dan dihomogenisasi ke dalam pakan tanpa memerlukan proses ekstraksi, serta mampu mempertahankan kandungan nutrisinya. Selain lebih ekonomis dan aplikatif pada skala peternakan, penggunaan tepung spirulina diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami hubungan antara suplementasi mikroalga ini dengan kesehatan organ limfoid. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan strategi pakan alami yang mampu mendukung sistem imun unggas secara menyeluruh serta meningkatkan produktivitas itik peking melalui pendekatan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh tepung spirulina sebagai imbuhan pakan terhadap struktur mikroanatomi limpa itik peking yang ditunjukkan dengan bobot dan variabel morfometri limpa, yang meliputi tebal kapsul limpa, jumlah folikel, diameter pulpa putih, luas pulpa putih, dan diameter germinal center.

1.3. Tujuan

Menganalisis pengaruh tepung spirulina sebagai imbuhan pakan terhadap struktur mikroanatomi limpa itik peking yang ditunjukkan dengan bobot dan variabel morfometri limpa, yang meliputi, tebal kapsul limpa, jumlah folikel, diameter pulpa putih, luas pulpa putih, dan diameter germinal center.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Ilmiah

- a) Menambah wawasan mengenai efek *Spirulina platensis* terhadap struktur mikroanatomi limpa itik peking.
- b) Memberikan kontribusi dalam bidang histologi dan imunologi unggas, khususnya terkait respons limpa terhadap imbuhan tepung spirulina dalam pakan.
- c) Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada peran imbuhan pakan alami spirulina dalam meningkatkan kesehatan unggas.

1.4.2. Manfaat Praktis

- a) Memberikan informasi bagi peternak mengenai potensi *Spirulina platensis* sebagai imbuhan pakan alami untuk meningkatkan daya tahan tubuh itik peking.
- b) Membantu dalam pengembangan strategi pakan unggas yang lebih sehat dan bernutrisi guna meningkatkan produktivitas dan kualitas daging itik.
- c) Menjadi dasar bagi industri peternakan dalam formulasi pakan yang lebih ramah lingkungan dan berbasis bahan alami.

1.4.3. Manfaat Ekonomi dan Lingkungan

- a) Mengurangi ketergantungan pada antibiotik atau bahan tambahan sintetis dalam pakan unggas.
- b) Meningkatkan efisiensi produksi unggas dengan sistem imun yang lebih optimal, sehingga dapat mengurangi angka kematian dan biaya pengobatan.
- c) Mendukung konsep peternakan berkelanjutan dengan pemanfaatan sumber daya alami seperti *Spirulina platensis*.