

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ayam ras petelur adalah salah satu komoditas penghasil telur konsumsi yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan sumber protein hewani bagi Masyarakat. Dalam pemeliharaan ayam ras petelur komponen terpenting dalam peternakan unggas yaitu pakan. Biaya yang dikeluarkan untuk penyediaan pakan mencapai 60 -70% dari total biaya produksi (Wicaksono, 2017). Biaya pakan yang tinggi ini dapat dipengaruhi oleh ketergantungan bahan baku impor seperti jagung, bungkil kedelai, dan tepung ikan. Upaya yang dapat dilakukan untuk penekanan biaya produksi tersebut yaitu dengan mencari pakan alternatif dari bahan pakan lokal yang ekonomis, mudah didapatkan, ketersediaannya melimpah, dan tidak bersaing dengan manusia. Salah satu bahan pakan lokal yang dapat dijadikan sebagai pakan alternatif yaitu empulur sagu dan daun ubi kayu.

Empulur sagu merupakan bagian dalam dari jaringan batang tanaman sagu (*Metroxylon sp.*). Empulur sagu diperoleh melalui proses pengupasan dan pembuangan bagian keras dari kulit tanaman sagu. Ketersediaan tanaman sagu di sebagian besar wilayah Indonesia cukup melimpah. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan tahun (2025) luas lahan tanaman sagu pada tahun 2024 mencapai 214.655 ha dengan jumlah total produksi mencapai 395.403 ton. Luas lahan tanaman sagu di Sumatera Barat pada tahun 2024 mencapai 1.363 ha dengan jumlah produksi mencapai 510 ton. Meskipun sagu di Indonesia memiliki potensi tinggi, namun pemanfaatannya oleh manusia masih belum maksimal, baru mencapai sekitar 15 – 20%. Sebagai pakan ternak, tanaman sagu memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan. Menurut Suryana (2006) pemberian sagu segar dan sagu

kukus yang di suplementasi dengan lisin dan metion dapat digunakan dalam ransum broiler sampai dengan 15%.

Kandungan nutrisi dari empulur sagu yaitu protein kasar 4,45%, serat kasar 18,22%, lemak kasar 1,83%, fosfor 0,65%, kalsium 0,24%, dan energi metaolisme (ME) 2.803 Kkal/kg (Danesa, 2023). Dilihat dari kandungan protein empulur sagu yang rendah, maka perlu adanya penambahan bahan pakan yang mengandung protein tinggi salah satunya daun ubi kayu.

Daun ubi kayu merupakan hasil sampingan dari tanaman ubi kayu. Daun ubi kayu memiliki potensi yang besar sebagai bahan pakan dikarenakan ketersediaannya melimpah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Tahun (2022) produksi ubi kayu di Sumatera Barat mencapai 143.330 ton dengan luas panen 3.460 ha. Maka dilihat dari produksinya daun ubi kayu memiliki ketersediaan yang cukup melimpah. Menurut sirait dan simanihuruk (2010) menyatakan bahwa produksi daun ubi segar berkisar 10 – 40% dari tanaman ubi kayu atau setara dengan 10 - 40 ton/ha/tahun.

Menurut Hernaman *et al.*, (2014) daun ubi kayu memiliki kandungan protein kasar 25,4%, serat kasar 18,24%, lemak kasar 8,59%, BETN 39,22%, bahan kering 24,79%, kadar air 75,21%, abu 8,49%. Daun ubi kayu juga memiliki zat anti nutrisi berupa asam sianida (HCN). Pada daun ubi kayu muda kandungan HCN nya mencapai 550-620 ppm dan pada daun ubi kayu tua 400-530 ppm (Tenti, 2006). Daun ubi kayu mengandung β karoten sebanyak 154 mg/kg. Kandungan β karoten pada pakan akan mempengaruhi warna kuning telur unggas (Mustakim, 2023). Menurut Nuraini (2020) semakin tinggi jumlah β karoten yang dikonsumsi unggas, semakin rendah kadar kolesterol telur. Penurunan kandungan kolesterol ini

disebabkan β karoten yang dikonsumsi dapat menghambat kerja enzim HMG-KoA reductase (hidroksimetil glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonate sebagai prekursor penting pada biosintesis kolesterol. sehingga dengan berkurangnya produksi mevalonate sebagai prekursor kolesterol akan berdampak pada penurunan pembentukan kolesterol (Bidura *et al*, 2020). Dilihat dari ketersediannya yang melimpah dan kandungan nutrisinya yang relatif tinggi daun ubi kayu memiliki potensi untuk dijadikan bahan pakan untuk ternak unggas.

Campuran 80% empulur sagu dan 20% daun ubi kayu sebagai bahan pakan memiliki kandungan serat kasar yang tinggi 21,71% dan asam sianida (HCN) 226,8 mg/kg (Laboratorium Non Ruminansia, 2025). Oleh karena itu, untuk menurunkan kadar serat kasar dan asam sianida (HCN) dalam campuran empulur sagu dan daun ubi kayu dibutuhkan pengolahan melalui proses fermentasi.

Fermentasi merupakan aktivitas perombakan suatu bahan yang sebelumnya kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan berlangsung secara anaerob (Kusmiah *et al.*, 2021). Dalam proses fermentasi terjadi peningkatan kadar protein kasar dan menurunkan asam sianida (HCN), sehingga kualitas bahan pakan semakin baik (Hermanto dan Fitriani, 2018). Nensih (2006) menyatakan bahwa fermentasi campuran substrat 80% empulur sagu 20% ampas tahu dengan *Neuspora sp.* selama Sembilan hari menghasilkan 18,6% protein kasar dan 7,31% serat kasar. Fermentasi dengan menggunakan *Neuspora sp.* memiliki kendala yaitu membutuhkan waktu yang lama (sembilan hari), oleh karena itu diperlukan mikroorganisme lain dengan waktu fermentasi yang lebih cepat yaitu *Bacillus subtilis*. Fermentasi dengan *Bacillus subtilis* membutuhkan waktu fermentasi yang lebih pendek, karena waktu

generatifnya lebih cepat (Hooge, 2003). Fermentasi yang dilakukan dengan *Bacillus subtilis* menghasilkan protease dan selulase (Reddy *et al.*, 2016), serta dapat menurunkan kandungan HCN dengan menghasilkan enzim linamerase dan glukooksidase yang memiliki peran dalam meghidrolisis senyawa glikosida sianogenik seperti linamarin (Marugan *et al.*, 2012)

Fermentasi campuran empulur sagu 80% dan daun ubi kayu 20% dengan *Bacillus Subtilis* selama 4 hari memberikan hasil yang optimum berupa aktivitas protease 8,36 U/ml dan aktivitas selulase 3,22 U/ml. Hasil fermentasi tersebut memiliki kandungan protein 24,29%, serat kasar 6,31%, retensi nitrogen 57,25%, daya cerna serat kasar 55,42%, methionine 0,07%, lysin 0,60%, HCN 29,70 mg/kg, karetenoid 98,50 mg/kg, dan energi metabolisme 2726,5 kkal/kg dari campuran empulur sagu dan daun ubi kayu fermentasi (ESDUKF) (Mirnawati *et al.*, 2024). Bahkan sudah di uji ke broiler dapat digunakan sampai 30% dalam ransum.

Dari proses fermentasi tersebut terjadi peningkatan kandungan dan kualitas nutrisi campuran empulur sagu dan daun ubi kayu fermentasi (ESDUKF). Diharapkan ESDUKF dapat digunakan sebagai bahan pakan dalam ransum unggas. Produk ESDUKF juga mengandung karotenoid sebesar 98,50 mg/kg. Karotenoid akan dapat meningkatkan warna kuning telur, warna kuning telur yang lebih cerah cenderung lebih disukai oleh konsumen. Karotenoid yang ada didalam ransum juga dapat menurunkan kadar lemak kuning telur, hal ini dikarenakan karotenoid dapat mengikat asam empedu, sehingga mencegah terjadinya penyerapan lemak dan meningkatkan ekskresi lemak melalui feses (Yunitasari *et al.*, 2023). Selain itu adanya β karoten dapat menghambat aktivitas enzim HMG-KoA reductase yang berperan dalam pembentukan mevoleat sebagai prekursor penting pada biosintesis

kolesterol, sehingga dengan berkurangnya produksi mevalonate sebagai prekursor pada biosintesis kolesterol akan berdampak pada penurunan pembentukan kolesterol (Bidura *et al*, 2020). Oleh karena itu diharapkan dapat menurunkan kadar kolesterol pada kuning telur ayam ras petelur. Dari uraian diatas terjadinya peningkatan kualitas kuning telur dari pemberian produk ESDUKF, maka perlu diuji secara biologis untuk mengetahui persentase penggunaan yang optimum dalam ransum ayam ras petelur serta pengaruh penggunaannya terhadap kualitas telur ayam ras petelur. Untuk itu dilakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Pemberian Produk Empulur Sagu dan Daun Ubi Kayu Fermentasi dengan *Bacillus Subtilis* dalam Ransum Terhadap Kualitas Kuning Telur Ayam Ras Petelur”**

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimanakah pengaruh dan berapa level pemberian optimum produk ESDUKF dalam ransum terhadap kualitas telur ayam ras petelur.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan berapa level pemberian pemberian produk ESDUKF dalam ransum terhadap kualitas telur ayam ras petelur.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh dan berapa batasan optimum pemberian produk ESDUKF dalam ransum terhadap kualitas telur ayam ras petelur.

1.5. Hipotesis

Pemberian produk ESDUKF sampai dengan 30% dalam ransum mampu meningkatkan kualitas telur ayam ras petelur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Empulur Sagu

Sagu (*Metroxylon sp*) merupakan tanaman yang banyak dijumpai di lahan yang basah seperti lahan gambut, di daerah rawa, maupun sepanjang aliran sungai (Farisa *et al.*, 2024). Bagian terpenting dari tanaman sagu terletak pada batangnya yang berfungsi untuk akumulasi karbohidrat yang berasal dari pati sagu itu sendiri. Batang sagu memiliki ukuran yang berbeda-beda tergantung tempat batang sagu itu tumbuh. Dalam setiap rumpunnya tanaman sagu memiliki 1-8 batang dengan jumlah tunas anakan yang tumbuh berkisar antara 5-7 tunas (Syartiwidya, 2023)



Gambar 1. Batang Sagu (Dokumentasi Pribadi)

Batang sagu memiliki kulit atau lapisan luar yang keras dan bagian dalam yang mengandung serat dan pati biasa disebut dengan empulur. Pada umumnya empulur sagu dimanfaatkan sebagai bahan pangan, empulur sagu juga bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak sebagai sumber karbohidrat (Headar dan Jaman, 2017). Kandungan nutrisi dari empulur sagu yaitu protein kasar 4.45%, serat kasar 18.22%, lemak kasar 1.83%, fosfor 0,65%, kalsium 0,24%, dan energi metaolisme (ME) sebesar 2.803 Kkal/kg (Danesa, 2023). Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas empulur sagu adalah dengan memanfaatkan teknologi fermentasi. Nuraini (2015) Menyatakan bahwa limbah sagu memiliki potensi yang besar sebagai bahan

pakan sumber energi untuk unggas dan dapat menggantikan jagung dan biji-bijian dalam pakan.

Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2025) luas lahan tanaman sagu pada tahun 2024 mencapai 214.655 ha dengan jumlah total produksi mencapai 395.403 ton. Lebih lanjut dijelaskan bahwa luas lahan tanaman sagu di Sumatera Barat mencapai 1.363 ha dengan jumlah produksi mencapai 510 ton pada tahun 2024. Potensi yang besar dimiliki tanaman sagu tersebut hanya sekitar 15-20% dimanfaatkan oleh manusia.

Tabel 1. Penelitian Empulur Sagu

Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2006	Kandungan zat makanan campuran empulur sagu (<i>Metroxylon sp</i>) dan ampas tahu yang difermentasi dengan <i>Rhizopus oligosporus</i> (Ryani, D)	Fermentasi campuran empulur sagu dan ampas tahu dengan substrat 10 g/kg <i>Rhizopus oligosporus</i> selama 48 jam merupakan perlakuan terpilih dengan kandungan lemak kasar 1,98% dan BETN 59,66%
2006	Kadar air, protein kasar, serat kasar campuran empulur sagu (<i>metroxylon sp</i>) dan ampas tahu yang difermentasi dengan tepung oncom pada beberapa dosis inokulum dan lama fermentasi (Nensih, R. S)	Fermentasi empulur sagu dan ampas tahu dengan perbandingan 80:20 selama 9 hari menghasilkan protein kasar 18,26% dan serat kasar 7,31%
2023	Pengaruh komposisi substrat (campuran empulur sagu dan daun indigofera) dan lama fermentasi dengan <i>rhizopus oligosporus</i> terhadap protein kasar, retensi nitrogen dan lemak kasar (Rahmawati)	campuran empulur sagu dan daun indigofera 50:50 difermentasi dengan kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> selama 3 memeberikan hasil terbaik pada kandungan protein kasar (25,51%), retensi nitrogen (52,12%), dan lemak kasar (0,02%).
2023	Pengaruh komposisi substrat dan lama fermentasi dengan <i>rhizopus oligosporus</i> terhadap serat kasar, daya cerna serat kasar, dan energi metabolisme campuran empulur sagu dan daun indigofera (Dilla, S)	dengan komposisi substrat 50% empulur sagu dan 50% daun indigofera dengan lama fermentasi 3 hari menghasilkan serat kasar 6,40%, kecernaan seratk kasar 57,34% dan energi metabolisme 2658,44 Kkal/Kg

2024	Pengaruh komposisi substrat dan lama fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> terhadap aktivitas protease, aktivitas selulase, protein kasar, daya cerna serat kasar, retensi nitrogen empulur sagu (Mirnawati)	Hasil terbaik diperoleh PK 24,29%, aktivitas protease 8,36 U/ml, serat kasar 6,31, aktivitas selulase 3,22%, daya cerna serat kasar 55,42%, dan retensi nitrogen 57,25% dengan Lama Fermentasi 4 Hari.
2025	Pengaruh pemberian campuran empulur sagu dan daun ubi kayu yang difermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> dalam ransum terhadap performa broiler (Pratiwi, A)	pemberian campuran empulur sagu dan daun ubi kayu yang difermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> dapat digunakan sampai dengan 30% dalam ransum dilihat dari bobot badan 300,38 g/ekor/minggu, konsumsi ransum 511,38 g/ekor/minggu, dan konversi ransum 1,70.
2025	Pengaruh pemberian campuran empulur sagu dan daun ubi kayu fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> dalam ransum terhadap performa produksi puyuh (Warman, A)	pemberian campuran empulur sagu dan daun ubi kayu yang difermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> dapat digunakan sampai dengan 25%, hal ini dapat dilihat dari konsumsi ransum 19,96 g/ekor/hari, produksi telur 44,41%, massa telur 4,45 g/ekor/hari dan konversi ransum 4,54.
2025	Pengaruh pemberian campuran empulur sagu dan daun ubi kayu fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> dalam ransum terhadap kualitas telur puyuh (Jasmin, S. A. H)	Pemberian ESDUKF dapat digunakan sampai 30% dalam ransum dapat dilihat dari berat telur 10,12g/butir, warna kuning telur dengan skor 9,42 dan kolesterol kuning telur puyuh 299,58 mg/100g.

2.2. Daun Ubi Kayu

Tanaman ubi kayu merupakan salah satu tanaman yang populer di Indonesia sebagai sumber karbohidrat. Tanaman ubi kayu tergolong pada tanaman umbi-umbian yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Siswati *et al.*, 2019). Tanaman ubi kayu tidak hanya dimanfaatkan umbinya sebagai sumber karbohidrat, tetapi daun dari tanaman ubi kayu memiliki potensi sebagai bahan pakan ternak. Hal ini dikarenakan ketersediaan daun ubi kayu cukup melimpah, memiliki

kandungan nutrisi yang tinggi, dan tidak bersaing langsung dengan manusia (Riyanti *et al.*, 2020).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Tahun (2022) produksi ubi kayu di Sumatera Barat mencapai 143.330 ton dengan luas panen 3.460 ha. Selain umbinya yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan, daun tanaman ubi kayu juga dikonsumsi oleh manusia dan juga bisa dijadikan pakan ternak. Menurut Sirait dan Simanihuruk (2010) menyatakan bahwa produksi daun ubi segar berkisar 10 – 40% dari tanaman ubi kayu atau setara dengan 10 - 40 ton/ha/tahun.



Gambar 2. Daun Ubi Kayu (Dokumentasi Pribadi)

Menurut Hernaman *et al.* (2014) daun ubi kayu memiliki kandungan protein kasar 25,46%, serat kasar 18,24%, lemak kasar 8,59%, BETN 39,22%, bahan kering 24,79%, kadar air 75,21%, abu 8,49%. Daun ubi kayu juga memiliki zat anti nutrisi berupa asam sianida (HCN). Pada daun ubi kayu muda 550-620 ppm dan pada daun ubi kayu tua 400-530 ppm (Tenti, 2006). Tepung daun ubi kayu diperoleh dari pengeringan daun ubi kayu dan kemudian digiling sampai berbentuk tepung. Meskipun kandungan proteinnya tinggi mencapai 17,7-38,1% penggunaan tepung daun ubi kayu terbatas dalam ransum akibat dari adanya faktor pembatas yaitu HCN (Latif dan Muller, 2015). Menurut Jayanegara *et al* (2019) batasan maksimal HCN yang dapat ditoleransi oleh unggas yaitu sebesar 10 mg HCN/kg.

Kandungan HCN yang terkandung dalam ubi kayu dapat membahayakan kesehatan ternak jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak. Untuk mengurangi kandungan HCN pada daun ubi kayu perlu dilakukan pengolahan seperti penjemuran, pemotongan, perebusan, dan fermentasi dengan mikroorganisme seperti *Rhizopus oryzae* untuk menurunkan kandungan HCN (Hermanto *et al.*, 2021).

Daun ubi kayu mengandung β karoten sebanyak 154 mg/kg. Kandungan β karoten pada pakan akan mempengaruhi warna kuning telur unggas (Mustakim, 2023). Semakin tinggi jumlah Kandungan β karoten suatu bahan yang dikonsumsi ternak unggas, kandungan kolesterol pada kuning telur akan semakin rendah (Nuraini, 2020). Kandungan β -karoten dalam bahan pakan ternak khususnya ternak unggas dapat menurunkan kandungan kolesterol kuning telur dengan mekanisme β -karoten yang terkandung dalam pakan menghambat aktivitas enzim HMG-KoA reductase yang berperan dalam pembentukan mevalonat sebagai prekursor penting pada biosintesis kolesterol, sehingga dengan berkurangnya produksi mevalonate sebagai prekursor kolesterol akan berdampak pada penurunan pembentukan kolesterol (Bidura *et al.*, 2020).

2.3. Ayam Ras Petelur dan Kebutuhan Zatmakanannya

Ayam ras petelur merupakan ternak ayam betina dewasa yang secara khusus untuk menghasilkan telur konsumsi. Ayam ras petelur yang umumnya beredar di Indonesia yaitu ayam petelur tipe ringan dan tipe medium. Ayam ras petelur tipe ringan memiliki ciri-ciri yaitu tubuh yang relatif kecil dan ramping, memiliki bulu berwarna putih, dan jengger berwarna merah. *Strain* ayam petelur tipe ringan yaitu *white loghorn*, *ross white*, *hisex white*. Ayam ras petelur tipe medium memiliki ciri-

ciri yaitu tubuh yang relatif besar, memiliki bulu yang berwarna coklat, dan telur yang berwarna cokat. Ayam petelur tipe medium memiliki *strain* seperti *isa brown*, *lohman brown*, *ross brown* (Gulabrai, 2025). Ayam ras petelur (*Gallus gallus Domesticus*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Ayam petelur Strain Isa Brown (Dokumentasi Pribadi)

Adapun klasifikasi ayam ras petelur sebagai berikut :

Kingdom : *Animalia*
Filum : *Chordata*
Kelas : *Aves*
Ordo : *Galliformes*
Famili : *Phasianidae*
Genus : *Gallus*
Species : *Gallus Gallus*
Sub species : *Gallus Gallus Domesticus*

Menurut Dirgahayu *et al.* (2016) ayam betina ras petelur dapat mencapai dewasa kelamin ketika akan bertelur pada umur 18-19 minggu dengan berat telur 43 g. Berat telur akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya usia ayam. Ayam ras petelur memiliki sifat unggul seperti pertumbuhan yang cepat pada usia 4,5- 5 bulan, produksi telur mencapai 200-250 butir pertahun, konversi pakan 2,2- 2,5 kg, serta ayam ras petelur tidak memiliki sifat mengeram. Ayam ras petelur betina memiliki masa produksi antar 80-90 minggu (Hadrawi *et al.*, 2022)

Ayam ras petelur betina memiliki masa produksi berkisar antara 80-90 minggu. Memasuki masa afkir ditandai dengan turunnya produksi mencapai 20-25% (Zulvanni *et al.*, 2024). Menurut Huda *et al.* (2019) dalam pemeliharaan ayam petelur, pakan menjadi masalah utama dalam hal biaya pemeliharaan yaitu sekitar 60-70% dari biaya produksi. Kandungan nutrisi pakan dapat berpengaruh pada ukuran dan berat telur yang dihasilkan, seperti protein, asam amino (*methionine dan lysine*), energi, lemak total, dan asam lemak esensial (asam linoleat). Jika zat makanan tidak memenuhi kebutuhan nutrisi ayam ras petelur maka akan menyebabkan penurunan berat telur dan penurunan jumlah produksi telur (Asnawi *et al.*, 2017).

Zat-zat makan merupakan komponen nutrisi yang diperoleh dari pakan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan fungsi fisiologis ternak. Penyusunan pakan yang seimbang seperti protein, energi metabolisme, lemak, mineral, dan lainnya sangat menentukan laju pertumbuhan ternak unggas. Oleh karena itu, penyusunan pakan disusun sesuai dengan fase pertumbuhan dari ternak unggas (Putri *et al.*, 2025)

Ayam ras petelur memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda tergantung jenis kelamin, fase produksi, dan umur. Kebutuhan nutrisi ayam ras petelur jenis kelamin jantan berbeda dengan jenis kelamin betina dikarenakan tujuan pemeliharaan yang berbeda. Terdapat tiga fase pemeliharaan ayam ras petelur yaitu fase *starter* dimulai dari usia 1 hari-6 minggu, fase *grower* berusia 8-18 minggu, dan fase *layer* berusia 18 minggu keatas hingga *afkir* (Dharmajaya *et al.*, 2020). Adapun kebutuhan nutrisi ayam ras petelur berdasarkan umur dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan zat makanan ayam ras petelur umur >18 minggu

Zat makananan	Kebutuhan
Protein Kasar ^a	16 %
Eenergi metabolis ^a	2850 Kkal/kg
Serat Kasar ^b	Maks 7%
Lemak kasar ^b	Min 3%
Kalsium ^a	3,40%
Phospor ^a	0,35%
Metionin ^b	Min 0,39%
Lysin ^b	Min 0,78%

Keterangan : ^a NRC (1994), ^b Leeson and Summers (2005)

2.4. Fermentasi dan Zat Makanan Setelah Fermentasi

Fermentasi adalah proses biokimia yang memanfaatkan mikroorganismenya untuk mengubah senyawa tertentu menjadi senyawa lain. Secara umum, senyawa yang mengalami perubahan dalam proses ini adalah karbohidrat, sementara asam amino hanya dapat dipecah oleh jenis bakteri tertentu (Suningsih *et al.*, 2019). Menurut Oktavian *et al.* (2023) prinsip dasar dalam fermentasi adalah memicu aktivitas mikroorganismenya untuk mengubah sifat bahan menjadi produk fermentasi yang bernilai dengan mempertimbangkan jenis mikroorganismenya, substrat, nilai pH, suhu, oksigen, dan aktivitas air. Dosis inokulum yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganismenya, akan berpengaruh terhadap lama waktu fermentasi dan peningkatan jumlah substrat yang dirombak (Mirzah dan Muis, 2015)

Proses Fermentasi dapat mengubah kandungan protein, lemak, dan karbohidrat dalam suatu bahan pakan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah untuk dicerna oleh ternak (Mirnawati *et al.*, 2019). Dalam proses fermentasi terjadi peningkatan energi metabolik, hal ini dikarenakan serat kasar yang didegradasi oleh mikroorganismenya berubah menjadi gula sederhana, kemudian protein akan dipecah menjadi asam amino, sehingga zat makanan tersebut lebih mudah untuk dicerna, dan meningkatkan daya cerna zat makanan (Maiza, 2021)

Mirawati *et al.* (2023) menjelaskan bahwa fermentasi dapat memberikan keuntungan melalui perubahan fisik maupun kimia seperti rasa, aroma, tekstur, dan dapat mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan berkurangnya senyawa anti nutrisi. Dalam proses fermentasi komposisi kimia suatu bahan seperti asam amino, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral dapat berubah. Fermentasi dapat menghidrolisis zat makanan sehingga lebih mudah untuk dicerna dan dapat meningkatkan kandungan protein kasar, menurunkan serat kasar yang tinggi pada bahan pakan.

2.5. *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis merupakan jenis bakteri yang memperoleh nutrisi dengan menguraikan bahan organik yang ada di alam (*saprophyt*), hal ini karena *Bacillus subtilis* tidak dapat membuat makanan sendiri (Adinurani *et al.*, 2020). *Bacillus subtilis* tergolong bakteri gram positif aerobik berbentuk batang yang mampu menghasilkan endospora dan tersebar di lingkungan seperti air, udara, maupun tumbuhan dan juga terdapat pada saluran pencernaan seperti usus, namun jika jumlahnya berlebihan akan menyebabkan diare (Mayasari dan Vera Berutu, 2020)

Bacillus subtilis memiliki peran sebagai probiotik yang mampu menghasilkan enzim seperti protease, selulase, β -manase, dan enzim lainnya yang mampu mendukung proses pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih optimal. *Bacillus subtilis* memiliki keunggulan yaitu, waktu fermentasi yang lebih singkat 1-2 hari, hal ini dikarenakan fase generatifnya berlangsung dengan cepat (Hooge, 2003). *Bacillus subtilis* memiliki kemampuan memproduksi metabolit sekunder seperti enzim amilase, protease, chitinase, dan lipase (Prihatiningsih dan Djatmiko, 2016). *Bacillus subtilis* juga dapat menurunkan kandungan HCN dalam proses

fermentasi dengan menghasilkan enzim linamerase dan glukooksidase yang memiliki peran dalam meghidrolisis senyawa glikosida sianogenik seperti linamarin (Marugan *et al.*, 2012)

Untuk mendegradasi selulosa, *Bacillus subtilis* dapat memproduksi enzim selulase (Reddy *et al.*, 2016). Menurut Wahyuni *et al.* (2023) proses fermentasi dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* dapat memberikan keuntungan dalam hal lama waktu fermentasi yang relative singkat. Waktu fermentasi yang dibutuhkan dalam proses fermentasi menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* yaitu dalam rentang waktu 48 jam. Waktu fermentasi yang cepat dipengaruhi oleh waktu generative yang singkat hanya 28,5 menit. *Bacililus subtilis* dapat bertahan pada lingkungan dengan suhu -5-75°C dan pH antara 2 - 8 (Suriani dan Muis, 2016).

2.6. Lemak Kuning Telur

Lemak kuning telur merupakan lemak yang terkandung didalam kuning telur. Lemak kuning telur juga merupakan sumber energi dan juga sumber asam lemak esensial. Menurut Peng *et al.* (2024) kandungan lemak pada kuning telur terdiri dari trigliserida 62%, fosfolipid 33%, dan kolesterol 5%. Fosfolipid merupakan lipid yang berperan sebagai sumber energi utama yang tersusun dari satu molekul gliserol yang berikatan dengan tiga molekul asam lemak pada ikatan ester, berbeda dengan trigliserida, fosfolipid haya memiliki dua molekul asam lemak dan diikat oleh gugus fosfat. Lemak merupakan sumber energi yang efektif, jika dibandingkan dengan karbohidrat dan protein (Magistri *et al.*, 2016). Selain itu, juga mengandung sumber nutrisi yaitu vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K (Andres, 2024).

Lemak memiliki peran yang sangat penting dalam pembentukan kuning telur karena menjadi komponen utama yang menyusun kuning telur. Peran lemak tidak hanya sebagai penyusun fisik, tetapi juga berfungsi memberikan energi dan nutrisi yang esensial bagi perkembangan embrio yang ada di dalamnya (Dajnowska, 2023). Kandungan lemak kuning telur ayam ras petelur yaitu 59% berdasarkan bahan kering (USDA, 2019). Kandungan lemak kuning telur dapat dipengaruhi oleh kandungan zat makanan salah satunya yaitu karotenoid. Karotenoid dalam pakan dapat mengikat asam empedu, mencegah terjadinya penyerapan lemak dan meningkatkan ekskresi lemak melalui feses (Yunitasari *et al* 2023).

Penelitian Muhammad (2025) pada ayam petelur yang diberi rumput laut cokelat *Turbinaria decurrens* produk fermentasi mol nasi dalam ransum terhadap warna, lemak dan kolesterol kuning telur ayam petelur dihasilkan lemak telur kuning telur sebesar 53,17-55,05%.

2.7. Kolesterol Kuning Telur

Kolesterol merupakan komponen dari lemak yang berfungsi dalam sintesis asam empedu, sebagai precursor hormon steroid serta sintesis vitamin D. Kolesterol tidak hanya berasal dari pakan yang dikonsumsi, tetapi juga dibentuk melalui jalur yang terdapat pada hampir semua sel di dalam tubuh terutama di hati dan usus (Rosidi *et al.*, 2021).

Menurut Han *et al.* (1993) meningkatnya kadar kolesterol di dalam hati, darah dan kuning telur pada ayam dipengaruhi oleh lemak dalam pakan (minyak nabati, minyak hewani, kolesterol, B sitosterol). Sacher *et al.* (2004) menambahkan bahwa kolesterol berada didalam darah bersama trigliserida,

fosfolipid dan apoprotein yang membentuk lipoprotein. Kolesterol yang berada dikuning telur unggas umumnya disintesis didalam hati, kemudian disalurkan oleh darah dalam bentuk lipoprotein, lalu di simpan dalam folikel pertumbuhan dan diteruskan ke ovarium. β -karoten dapat dapat menurunkan kandungan kolesterol kuning telur dengan mekanisme β -karoten yang terkandung dalam pakan menghambat aktivitas enzim HMG-KoA reductase yang berperan dalam pembentukan mevalonat sebagai prekursor penting pada biosintesis kolesterol, sehingga dengan berkurangnya produksi mevalonate sebagai prekursor kolesterol akan berdampak pada penurunan pembentukan kolesterol (Bidura *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad (2025) pada ayam petelur yang diberi rumput laut cokelat *Turbinaria durrens* produk fermentasi mol nasi dalam ransum terhadap waran, lemak dan kolesterol kuning telur ayam petelur didapatkan hasil kolesterol kuning telur berkisar dari 291,60 - 379,20mg/100g. Kemudian Bidura, (2020) mendapatkan hasil kolesterol kuning telur berkisar dari 597mg/100g – 741mg/100g yang diberi suplementasi probiotik *Saccharomyces spp.Kb-13* dalam ransum terhadap produksi, karakteristik kualitas telur, dan kolesterol kuning telur ayam ras petelur.

2.8. Warna Kuning Telur

Kuning telur memiliki bentuk yang bulat, berwarna kuning hingga oranye, dan terletak dibagian Tengah telur. Warna pada kuning telur dihasilkan dari zat warna yang disebut kriptoxantin, sejenis xantofil yang berasal dari pakan. Semakin tinggi kandungan xantofil maka warna kuning pada *yolk* akan semakin meningkat (Selviani *et al.*, 2023). Wen *et al.* (2021) menyatakan bahwa warna kuning telur dipengaruhi oleh konsumsi pakan yang diberikan. Pigmen yang memberikan warna

pada kuning telur yaitu karatenoid khususnya xantofil dan kriptotin yang berasal dari bahan pakan seperti jagung. Sari *et al.* (2016) menyatakan bahwa terdapat 4 kategori indikator warna kuning telur yaitu pucat (warna 1-4), mulai menguning (warna 5-8), kuning (9-12) dan sangat kuning (warna 13-15). Semakin tinggi warna kuning telur semakin baik kualitas kuning telur tersebut. Warna kuning telur yang baik berkisar antara 9-12 berdasarkan *Yolk Color Fan* (Sudaryani, 2003). Warna kuning telur juga merupakan salah satu faktor penentu tingkat kesukaan konsumen, kuning telur dengan warna yang lebih pekat cenderung lebih disukai oleh konsumen (Wijaya *et al.*, 2025)

Penelitian yang dilakukan oleh Riyanti *et al.* (2025) pada ayam ras petelur *isa brown* yang diberi tepung daun kelor dalam ransum untuk meningkatkan kualitas telur didapatkan hasil rata-rata warna kuning telur berkisar 8,68 – 8,97 berdasarkan *Yolk Color Fan*. Kemudian, Leke (2021) melakukan penelitian pengaruh pemberian tepung bawang putih (*allium sativum l*) sebagai *feed additive* dalam ransum pada ayam ras petelur MB 402 didapatkan hasil skor warna kuning telur sebesar 9,43-10,06 berdasarkan *Yolk Color Fan*.