

Efek Suplementasi Tepung Spirulina sp. dalam Pakan terhadap Morfometri Saluran Reproduksi Itik Pengging (*Anas platyrhynchos*)

Effects of Dietary Spirulina sp. Powder Supplementation on the Morphometry of the Reproductive Tract of Pengging Ducks (Anas platyrhynchos)

Sasmito Pandhu Wicaksono, Sunarno*, Kasiyati, Rasyidah Fauzia Ahmar

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, 50275

^{*)} Corresponding author(s) email: sunarno@lecturer.undip.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan kualitas nutrisi pakan melalui suplementasi Spirulina sp. berpotensi mendukung perkembangan morfometri saluran reproduksi itik pengging (*Anas platyrhynchos*), yang ditunjukkan oleh perubahan bobot oviduk serta panjang tiap segmen oviduk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfometri saluran reproduksi itik pengging yang ditunjukkan dengan variabel bobot oviduk, panjang segmen saluran oviduk yang meliputi infundibulum, magnum, isthmus, uterus, dan saluran vagina setelah pemberian suplemen pakan Spirulina sp. Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAL dengan enam perlakuan: P0 (100% pakan standar), P1 (98,5% pakan standar + 1,5% tepung Spirulina sp.), P2 (97% + 3%), P3 (95,5% + 4,5%), P4 (94% + 6%), P5 (92,5% + 7,5%). Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Pemberian pakan dilakukan secara ad libitum pada pagi dan sore hari. Analisis data menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan bahwa suplementasi tepung Spirulina sp. berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot oviduk, panjang magnum, dan panjang isthmus, tetapi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap panjang infundibulum, uterus, dan vagina. Nilai rata-rata tertinggi dicapai pada perlakuan P4 (suplementasi 6%) dengan bobot oviduk sebesar $104,89 \pm 3,13$ g, panjang magnum $250,00 \pm 0,00$ mm, dan panjang isthmus $117,95 \pm 31,18$ mm, yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan kelompok perlakuan P1, P2, dan P3. Disimpulkan bahwa suplementasi tepung Spirulina sp. pada taraf 6% merupakan dosis optimum dalam mendukung perkembangan segmen oviduk fungsional. Rekomendasi penelitian lanjutan mencakup pengujian profil hormon estrogen dan progesteron serum, evaluasi histomorfometri kelenjar sekretori tubular magnum, serta pemantauan kualitas telur harian.

Kata kunci: *Anas platyrhynchos domesticus*, fase layer, fikosianin, isthmus, magnum

ABSTRACT

Improving feed nutritional quality through Spirulina sp. supplementation may support the development of reproductive tract morphometry in pengging ducks (*Anas platyrhynchos*). This study aimed to evaluate the effects of Spirulina sp. powder supplementation on oviduct weight and the lengths of reproductive tract segments, including the infundibulum, magnum, isthmus, uterus, and vagina. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments: P0 (100% basal diet), P1 (98.5% basal diet + 1.5% Spirulina sp. powder), P2 (97.0% + 3.0%), P3 (95.5% + 4.5%), P4 (94.0% + 6.0%), and P5 (92.5% + 7.5%). Each treatment was replicated four times. Feed was provided ad libitum twice daily. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level. The results indicated that Spirulina sp. supplementation significantly affected ($P < 0.05$) oviduct weight, magnum length, and isthmus length, but had no significant effect ($P > 0.05$) on infundibulum, uterus, and vagina lengths. The highest morphometric values were observed in treatment P4 (6% supplementation), yielding an oviduct weight of 104.89 ± 3.13 g, magnum length of 250.00 ± 0.00 mm, and isthmus length of 117.95 ± 31.18 mm, which differed significantly ($P < 0.05$) from treatments P1, P2, and P3. In conclusion, dietary supplementation with 6% Spirulina sp. powder is the optimal level to support functional oviduct growth. Future research should investigate circulating estradiol and progesterone levels, tubular gland histomorphometry, and longitudinal egg laying

Keywords: *Anas platyrhynchos domesticus*, fycocyanin, isthmus, layer phase, magnum

PENDAHULUAN

Itik pengging (*Anas platyrhynchos*) merupakan salah satu plasma nutfah unggas lokal Indonesia yang berpotensi dikembangkan sebagai penghasil telur. Produktivitas reproduksi itik lokal bervariasi antar rumpun, dengan itik pengging dilaporkan mampu menghasilkan hingga 255 butir telur/ekor/tahun, lebih tinggi dibandingkan beberapa rumpun itik lokal lainnya (Yuriwati et al., 2016). Selain memiliki produktivitas yang baik, itik pengging juga mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan tropis sehingga berpotensi mendukung pengembangan peternakan unggas di Indonesia (Ismoyowati et al., 2022). Namun demikian, produktivitas reproduksi itik pengging masih dapat ditingkatkan melalui perbaikan manajemen pemeliharaan, terutama kualitas pakan.

Kualitas pakan berperan penting dalam mendukung fungsi fisiologis dan perkembangan organ reproduksi unggas. Perkembangan saluran reproduksi, yang ditunjukkan oleh bobot oviduk serta panjang setiap segmen oviduk, merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan proses reproduksi dan pembentukan telur (Henrik et al., 2021; Muir et al., 2023). Ketidakseimbangan nutrisi dapat mengganggu metabolisme reproduksi, aktivitas hormon reproduksi, serta perkembangan jaringan organ reproduksi sehingga berdampak pada penurunan produktivitas telur (El-Shall et al., 2023; Noetzold & Zuidhof, 2025). Selain faktor nutrisi, stres oksidatif juga diketahui dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan reproduksi yang berpotensi menghambat perkembangan saluran reproduksi unggas (Elbaz et al., 2022; Oke et al., 2024).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pakan adalah melalui suplementasi bahan alami yang kaya nutrisi dan antioksidan. *Spirulina* sp. merupakan mikroalga hijau-biru yang mengandung protein tinggi, asam amino esensial, vitamin, mineral, serta senyawa antioksidan seperti fikosianin, β -karoten, dan senyawa fenolik (Spinola et al., 2024). Kandungan tersebut berpotensi mendukung metabolisme, menjaga kesehatan jaringan, serta meningkatkan status antioksidan tubuh. Selain itu, *Spirulina* sp. dilaporkan memiliki aktivitas imunomodulator dan antiinflamasi yang dapat mendukung kesehatan fisiologis unggas (Abdelfatah et al., 2024; Ogbuewu & Mbajiorgu, 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suplementasi *Spirulina* sp. mampu meningkatkan performa fisiologis dan produktivitas unggas. Pemberian *Spirulina* sp. dilaporkan dapat meningkatkan status antioksidan, performa

produksi telur, serta kualitas telur pada unggas petelur (Salahuddin et al., 2024). Pada itik tegal, suplementasi tepung *Spirulina* dilaporkan mampu memperbaiki kualitas fisik dan kimia telur (Sunarno et al., 2023), sedangkan pada itik peking dapat meningkatkan kondisi histomorfometri hati (Budiwardani et al., 2024). Meskipun demikian, riset-riset terdahulu umumnya hanya terfokus pada karakteristik telur atau organ pencernaan tanpa mengkaji respon alometri segmen saluran reproduksi yang membentuk telur tersebut. Informasi komparatif mengenai pengaruh penambahan tepung *Spirulina* sp. terhadap morfometri oviduk itik pengging masih sangat terbatas.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi tepung *Spirulina* sp. dalam pakan terhadap morfometri saluran reproduksi itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus*), yang meliputi bobot oviduk total serta panjang segmen infundibulum, magnum, isthmus, uterus, dan vagina. Hasil penelitian diharapkan memberikan landasan ilmiah mengenai dosis suplementasi *Spirulina* sp. yang optimal dalam mendukung kesiapan reproduksi itik pengging fase peneluran. Pendekatan ini sekaligus memberikan kebaruan analitis mengenai respon alometri segmen tubular oviduk yang selama ini belum terelaborasi secara komprehensif pada unggas lokal di bawah pengaruh mikroalga (Ogbuewu & Mbajiorgu, 2025; Salahuddin et al., 2024). Dengan demikian, data morfometrik yang diperoleh diharapkan dapat menjadi rujukan ilmiah dalam merancang strategi suplementasi pakan fungsional guna memacu performa reproduksi itik pengging fase peneluran secara berkelanjutan (Ismoyowati et al., 2022; Sunarno et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Setiap ulangan terdiri atas tiga ekor puyuh. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1. Perlakuan meliputi: Po sebagai kontrol dengan pemberian 100% pakan standar, P1 (98,5% pakan standar + 1,5% *Spirulina* sp.), P2 (97% pakan standar + 3% *Spirulina* sp.), P3 (95,5% pakan standar + 4,5% *Spirulina* sp.), P4 (94% pakan standar + 6% *Spirulina* sp.), dan P5 (92,5% pakan standar + 7,5% *Spirulina* sp.).

Persiapan Penelitian

Sebanyak 24 ekor itik pengging betina umur 21 minggu (fase layer awal) dengan bobot badan

berkisar 1,1–1,5 kg digunakan sebagai hewan uji dan diaklimatisasi selama 7 hari. Kandang individu tipe litter berukuran 87 × 62,5 × 50 cm dibersihkan, dicuci air mengalir, dikeringkan, dan disemprot desinfektan sebelum digunakan. Pemeliharaan dilakukan pada lingkungan terbuka dengan akses pakan dan air minum secara ad libitum. Pakan basal yang digunakan adalah pakan komersial bentuk butiran (crumble) New Hope BP93 yang diformulasikan dengan tepung *Spirulina* sp. teknis berderajat kemurnian tinggi. Pencampuran pakan dilakukan dengan menambahkan air sebanyak 30% dari total kebutuhan pakan harian (150 g/ekor/hari) untuk melarutkan tepung *Spirulina* sp., kemudian disemprotkan dan diaduk merata ke dalam pakan basal hingga homogen sebelum dikeringanginkan. Pakan diberikan dua kali sehari, yakni pada pukul 07.00 WIB dan 16.00 WIB. Komposisi bahan ditampilkan pada Tabel 2.

Pengukuran Variabel Penelitian

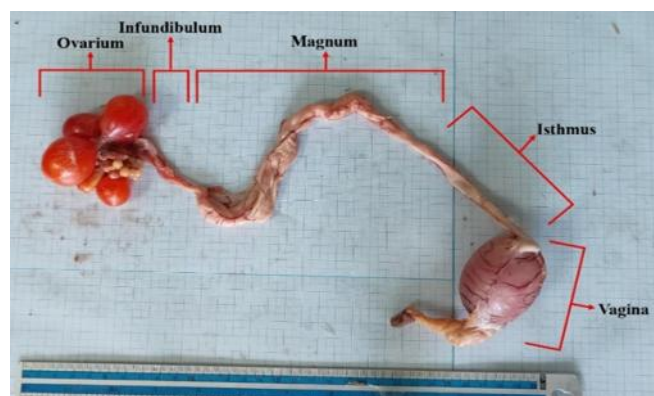
Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi bobot oviduk serta panjang setiap segmen oviduk, yaitu infundibulum, magnum, isthmus, uterus, dan vagina. Pengamatan terhadap parameter tersebut penting dilakukan karena perkembangan morfometri oviduk dapat mencerminkan status pertumbuhan dan aktivitas fisiologis organ reproduksi unggas, terutama yang berkaitan dengan kemampuan pembentukan dan transpor telur. Bobot oviduk diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g untuk memperoleh data yang akurat dan meminimalkan kesalahan pengukuran. Panjang setiap segmen oviduk dan vagina diukur menggunakan penggaris dan jangka sorong secara hati-hati mengikuti bentuk anatomis organ agar diperoleh ukuran morfometrik yang representatif. Teknik pengukuran disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Rancangan penelitian

Ulangan	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	P0.1	P1.1	P2.1	P3.1	P4.1	P5.1
2	P0.2	P1.2	P2.2	P3.2	P4.2	P5.2
3	P0.3	P1.3	P2.3	P3.3	P4.3	P5.3
4	P0.4	P1.4	P2.4	P3.4	P4.4	P5.4

Tabel 2. Komposisi bahan pakan itik pengging

Bahan Pakan	Kadar Suplementasi <i>Spirulina</i> sp. (%)					
	0	1,5	3	4,5	6	7,5
Pakan standar (%)	100	98,5	97,0	95,5	94,0	92,5
<i>Spirulina</i> sp. (%)	0	1,5	3	4,5	6	7,5
Total	100	100	100	100	100	100



Gambar 1. Teknik pengukuran segmen oviduk pada itik pengging

Analisis Data

Data yang diperoleh meliputi bobot oviduk dan morfometri tiap segmen (infundibulum, magnum, isthmus, uterus, dan vagina) reproduksi itik, diolah dengan program Statistical Analysis System (SAS) versi 9.0. Data dapat dikatakan normal dan homogen bila memiliki nilai Coefficient of Variation (CV) $\leq 30\%$. Nilai CV variabel panjang infundibulum yang lebih dari 30% dilakukan transformasi, kemudian diolah kembali. Data dengan CV $\leq 30\%$ dilanjutkan dengan uji one-way ANOVA pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Hasil ANOVA yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel penelitian meliputi bobot oviduk, panjang infundibulum, panjang magnum, panjang isthmus, panjang uterus, dan panjang vagina, dianalisis dengan one-way ANOVA pada taraf signifikansi 5%. Hasil data yang menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$) diuji lebih lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Rata-rata parameter yang diberi perlakuan suplemen pakan Spirulina sp. disajikan pada Tabel 3. Data hasil penelitian disajikan seperti pada Tabel 3, yang menunjukkan bahwa tepung Spirulina sp. dalam pakan tidak memberi pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap panjang infundibulum, panjang uterus, dan panjang vagina. Sebaliknya, suplementasi tepung spirulina berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot oviduk, panjang magnum, dan panjang isthmus itik pengging.

Hasil uji lanjut dengan DMRT pada bobot oviduk memperlihatkan bahwa perlakuan Po (kontrol) menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P1, P2, dan P3, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P4 dan P5. Kondisi ini diduga disebabkan oleh kandungan protein tepung Spirulina sp. yang tinggi yang memberi kontribusi penting bagi peningkatan protein intraseluler dalam organ reproduksi. Oviduk unggas tersusun atas jaringan epitel sekretori, jaringan ikat, otot polos, dan pembuluh darah yang membutuhkan pasokan protein dalam jumlah yang cukup untuk mendukung proses pertumbuhan dan diferensiasi sel. Altmann & Rosenau (2022) menyatakan bahwa spirulina mengandung protein tinggi (60–70%), asam amino esensial, vitamin, mineral, asam lemak esensial, serta berbagai senyawa antioksidan yang berperan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan jaringan tubuh, termasuk jaringan reproduksi. Penelitian Cui et al. (2021)

menyebutkan bahwa bobot total oviduk itik fase produksi (layer) berkisar antara 45,50 hingga 51,69 g. Perlakuan Po, P4, dan P5 menunjukkan bobot oviduk yang lebih tinggi dibandingkan oleh temuan Cui et al. (2021). Perbedaan yang cukup besar tersebut diduga berasal dari telur yang masih berada di dalam uterus pada saat penimbangan, sehingga bobot telur ikut masuk dalam nilai bobot oviduk. Hal ini diperkuat oleh penelitian Hartati et al. (2024) bahwa bobot rata-rata telur itik pengging berkisar 61,65–70,55 g.

Perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki bobot oviduk lebih rendah dibandingkan dengan Po, P4, dan P5. Gambaran oviduk dapat dilihat pada Gambar 2. Perbedaan bobot oviduk diduga disebabkan oleh perbedaan perkembangan fisiologis sistem reproduksi yang terjadi selama periode penelitian, salah satunya adalah bobot tubuh itik betina yang belum mencapai bobot matang kelamin walaupun usia itik sudah memasuki fase layer. Itik betina diketahui memiliki bobot matang kelamin spesifik untuk merangsang terjadinya perkembangan organ reproduksi. Islam et al. (2014) menyatakan, matang kelamin pada itik betina dipengaruhi oleh umur dan pencapaian bobot badan tertentu. Bobot badan yang telah mencapai ambang fisiologis memungkinkan aktivasi sistem endokrin reproduksi sehingga merangsang perkembangan ovarium, peningkatan sekresi estrogen, serta diikuti dengan perkembangan saluran oviduk. Penelitian Momu & Hossain (2022) melaporkan bahwa itik lokal Bangladesh betina mencapai matang kelamin pada umur sekitar 136–139 hari dengan bobot badan sekitar 1,42–1,44 kg saat pertama bertelur. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa kematangan seksual dicapai setelah bobot badan tertentu tercapai.

Perkembangan oviduk berkaitan erat dengan aktivitas ovarium, terutama melalui produksi hormon estrogen. Yuriwati et al. (2016) menyatakan, perubahan ukuran oviduk berkaitan dengan tingkat hormon gonadotropin yang disekresikan oleh pituitari anterior serta produksi estrogen dari ovarium. Peningkatan jumlah folikel yang sedang berkembang dapat meningkatkan sekresi estrogen. Hormon ini merupakan hormon utama yang mengatur perkembangan saluran reproduksi. Ketika kadar estrogen meningkat, panjang oviduk bertambah, dan bobot oviduk meningkat.

Oviduk memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan kadar hormon estrogen yang disintesis oleh folikel ovarium. Hormon estrogen berfungsi merangsang proliferasi sel epitel, perkembangan kelenjar tubular,

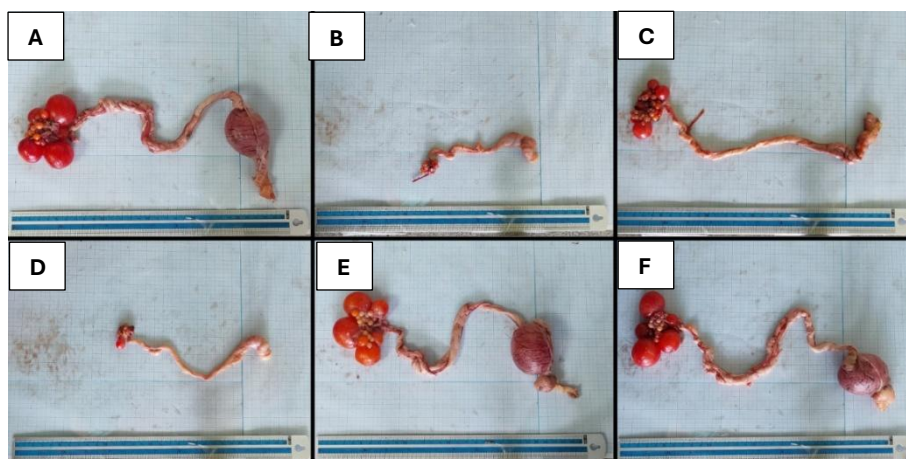
peningkatan pembentukan pembuluh darah, serta penimbunan protein struktural pada jaringan dinding oviduk. Peningkatan produksi estrogen akan mempercepat pertumbuhan oviduk yang ditandai dengan bertambahnya bobot organ tersebut. Penelitian Linde et al.

(2025) menjelaskan bahwa peningkatan kadar estradiol diikuti oleh peningkatan panjang dan perkembangan morfologi oviduk yang sangat nyata, menandakan hubungan erat antara aktivitas hormonal dan pertumbuhan saluran reproduksi.

Tabel 3. Hasil analisis morfometri oviduk itik pengging setelah pemberian suplemen pakan *Spirulina* sp.

Var	Perlakuan					
	Po	P1	P2	P3	P4	P5
BO (g)	100,42 ± 11,12 ^{ab}	7,39 ± 1,34 ^c	17,48 ± 4,14 ^c	9,43 ± 0,30 ^c	104,89 ± 3,13 ^a	90,94 ± 5,19 ^b
PIN (mm)	5,84 ± 0,29	6,13 ± 0,60	5,24 ± 1,34	5,13 ± 1,26	5,57 ± 1,79	7,13 ± 0,62
PM (mm)	251,67 ± 16,07 ^a	72,97 ± 18,54 ^{bc}	54,95 ± 0,07 ^c	96,95 ± 27,51 ^b	250,00 ± 0,00 ^a	250,00 ± 20,00 ^a
PIST (mm)	82,48 ± 15,47 ^{ab}	59,00 ± 5,66 ^b	69,07 ± 33,96 ^b	67,27 ± 9,07 ^b	117,95 ± 31,18 ^a	108,48 ± 10,14 ^a
PU (mm)	57,30 ± 7,08	45,70 ± 13,29	60,40 ± 3,96	48,97 ± 4,82	60,20 ± 7,21	58,68 ± 5,11
PV (mm)	37,13 ± 7,18	30,83 ± 4,84	32,95 ± 15,94	31,05 ± 11,74	32,95 ± 4,06	37,58 ± 10,44

Keterangan: Data berupa rata-rata ($\bar{x}$) ± standar deviasi (SD). Angka yang diikuti superskrip huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$). Po = itik pengging diberikan pakan standar, P1 = pakan standar + tepung *Spirulina* sp. 1,5%, P2 = pakan standar + tepung *Spirulina* sp. 3%, P3 = pakan standar + tepung *Spirulina* sp. 4,5%, P4 = pakan standar + tepung *Spirulina* sp. 6%, P5 = pakan standar + tepung *Spirulina* sp. 7,5%. Var: variabel, BO: bobot oviduk, PIN: panjang infundibulum, PM: panjang magnum, PIST: panjang isthmus, PU: panjang uterus, PV: panjang vagina.



Gambar 2. Oviduk itik pengging (*Anas platyrhynchos*) Keterangan: (A) kelompok Po (kontrol); (B) kelompok P1 dengan perlakuan suplementasi tepung *Spirulina* sp. 1,5%; (C) kelompok P2 (3%); (D) kelompok P3 (4,5%); (E) kelompok P4 (6%); (F) kelompok P5 (7,5%).

Produksi hormon estrogen dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi mineral esensial seperti seng (Zn), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca). Menurut Chaudhary et al. (2026), spirulina mengandung mineral utama meliputi kalium, besi, kalsium, tembaga, kromium, fosfor, seng, mangan, magnesium, dan selenium. Seng (Zn) berfungsi sebagai kofaktor enzim yang terlibat dalam sintesis protein, metabolisme asam nukleat, dan produksi hormon. Mineral seng memiliki peran dalam perkembangan organ reproduksi, serta aktivitas enzim yang terlibat

dalam sintesis hormon steroid (Abd El-Hack et al., 2017). Magnesium berperan dalam pembentukan adenosin trifosfat (ATP) yang merupakan sumber energi utama bagi sel. Kekurangan magnesium dapat menurunkan efisiensi metabolisme energi sehingga sintesis hormon reproduksi menjadi kurang optimal. Produksi estrogen oleh ovarium memerlukan energi dalam jumlah besar untuk mendukung proses steroidogenesis pada sel granulosal dan teka (Nielsen, 2018). Kandungan kalsium dalam *Spirulina* sp. berperan dalam respons sel granulosal terhadap stimulasi hormon

perangsang folikel (Follicle Stimulating Hormone, FSH), yang merupakan hormon utama dalam proses produksi estrogen. Menurut Hanlon et al. (2022), perkembangan folikel ovarium dan sintesis estrogen sangat dipengaruhi oleh berbagai mekanisme sinyal intraseluler, termasuk jalur yang dimediasi oleh ion kalsium.

Oviduk terdiri atas infundibulum, magnum, isthmus, uterus dan vagina (Yuriwati et al., 2016). Menurut Linde et al. (2025), panjang oviduk itik dewasa bertelur berkisar 56,6–63,2 cm. Variabel penelitian berupa panjang infundibulum, panjang uterus, dan panjang vagina (Tabel 3.) menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P > 0,05$) antarpelakuan. Panjang uterus dan panjang vagina pada seluruh perlakuan memiliki nilai rata-rata relatif lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Mohammadpour et al. (2012), yang menemukan bahwa panjang segmen uterus itik domestik petelur dewasa usia 1–1,5 tahun sebesar $7,27 \pm 1,08$ cm, sedangkan panjang segmen vagina sebesar $6,62 \pm 1,13$ cm. Hal tersebut disebabkan oleh umur itik berbeda dengan penelitian Mohammadpour et al. (2012) sehingga beberapa segmen organ reproduksi tersebut belum mencapai ukuran maksimal. Tepung *Spirulina* sp. yang diberikan sebagai suplemen pakan itik pengging tidak menyebabkan perubahan morfometri panjang infundibulum, panjang uterus, dan panjang vagina. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kandungan *Spirulina* sp. Menurut Xu et al. (2024), *spirulina* tidak mengandung hormon reproduksi yang secara langsung mampu merangsang pertumbuhan ovarium atau oviduk. Pengaruh *spirulina* lebih pada penyediaan nutrisi dan antioksidan yang mempersiapkan kondisi metabolik tubuh untuk perkembangan reproduksi berikutnya, bukan langsung meningkatkan ukuran ovarium atau oviduk secara drastis. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Scanes et al. (2022), bahwa pertumbuhan dan perkembangan oviduk pada unggas sangat dipengaruhi oleh estrogen yang diproduksi oleh folikel ovarium selama proses pematangan seksual.

Kandungan protein yang tinggi dalam tepung *Spirulina* sp. tidak dapat memengaruhi perkembangan saluran reproduksi secara optimal apabila itik belum mencapai kematangan seksual dan produksi estrogen masih relatif rendah. Menurut Hanlon et al. (2022), meskipun pakan mengandung protein dalam jumlah tinggi, perkembangan saluran reproduksi tetap terbatas apabila unggas belum mencapai kematangan seksual karena stimulasi hormonal belum berlangsung secara optimal.

Variabel panjang magnum (Tabel 3.) setelah penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan itik pengging menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut DMRT terhadap panjang magnum memperlihatkan bahwa nilai perlakuan Po (kontrol) pada variabel panjang magnum menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4 dan P5. Perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan Po, P3, P4, dan P5.

Magnum merupakan bagian terpanjang dan paling berkelok dari oviduk yang berperan penting dalam pembentukan telur (Gautron et al., 2021). Perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan rata-rata panjang magnum yang jauh dibawah rata-rata panjang magnum menurut penelitian Yuriwati et al. (2016). Kondisi tersebut diduga karena kondisi organ reproduksi belum berkembang dengan sempurna. Perlakuan Po, P4, dan P5 memiliki rata-rata panjang magnum yang hampir sama dengan penelitian Yuriwati et al. (2016). Menurut Yuriwati et al. (2016), magnum memiliki panjang sekitar 33 cm atau 330 mm. Panjang magnum dipengaruhi oleh progesteron dan androgen yang digunakan untuk sekresi albumen. Jalil et al. (2021) berpendapat bahwa hormon reproduksi yang meliputi progesteron dan androgen diproduksi karena pengaruh vitamin E dan mineral dalam pakan yang diberikan. *Spirulina* memiliki kandungan vitamin dan mineral yang beragam. Podgórska-Kryszczuk (2024) menyebutkan bahwa *spirulina* memiliki kandungan mineral (kalium, fosfor, kalsium, besi, natrium, dan magnesium), unsur mineral mikro (seng, tembaga, mangan, dan selenium), serta sumber berbagai vitamin terutama vitamin kelompok B (B1, B2, B3, B6, dan B12), serta provitamin A dan vitamin E.

Variabel panjang isthmus (Tabel 3.) setelah penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan itik pengging menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut DMRT terhadap panjang isthmus memperlihatkan nilai perlakuan Po (kontrol) pada variabel panjang isthmus menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan yang lain. Perlakuan P1, P2, dan P3 berbeda nyata dengan perlakuan P4 dan P5. Panjang isthmus perlakuan P4 dan P5 memiliki rata-rata yang relatif sama dengan rata-rata panjang isthmus penelitian Mohammadpour et al. (2012). Rata-rata panjang isthmus perlakuan Po, P1, P2, dan P3 relatif lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Mohammadpour et al. (2012) yang menemukan bahwa panjang isthmus pada

itik domestik petelur dewasa berkisar antara 12,18±3,36 cm. Perkembangan panjang isthmus dipengaruhi oleh regulasi hormonal yang kompleks. Estrogen dan progesteron berperan utama dalam stimulasi pertumbuhan dan pematangan oviduk, serta hormon somatotropin dan tiroksin yang mendukung pertumbuhan dan aktivitas metabolisme jaringan reproduksi. Perlakuan P4 dan P5 memiliki rata-rata panjang isthmus yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini diduga oleh kandungan protein, mineral, dan vitamin yang tinggi dalam tepung *Spirulina* sp. sehingga meningkatkan produksi hormon reproduksi dan menjadi substrat metabolisme yang terlibat dalam peningkatan panjang isthmus. Jalil et al. (2021) mengemukakan bahwa vitamin E dan mineral dalam pakan mendukung fungsi hormonal yang berkaitan dengan pertumbuhan dan reproduksi.

KESIMPULAN

Suplementasi tepung *Spirulina* sp. dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot oviduk, panjang magnum, dan panjang isthmus, tetapi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap panjang infundibulum, uterus, dan vagina itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus*). Taraf suplementasi 6,0% (P4) merupakan dosis optimum yang menghasilkan respon morfometri terbaik dalam mendukung kesiapan reproduksi organ pembentuk telur.

Sebagai rekomendasi penelitian lanjutan, dianjurkan melakukan analisis kadar hormon estradiol dan progesteron serum darah secara kuantitatif, mengevaluasi struktur histomorfometri kelenjar tubular pada mukosa magnum dan isthmus, memantau performa produksi telur harian, bobot telur, dan kekuatan kerabang telur dalam uji lapang jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Publikasi Internasional Batch II yang dibiayai dari Dana Selain APBN Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2022 berdasarkan Surat Perjanjian Kerja (SPK) Nomor 569-122/UN7.D2/PP/VII/2022 tanggal 26 Juli 2022.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Arif, M., Chaudhry, M. T., Emam, M., & Patra, A.

(2017). Organic or Inorganic Zinc in Poultry Nutrition: a Review. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 904-915. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000769>

Abdelfatah, S. H., Yassin, A. M., Khattab, M. S., Abdel-Razek, A. S., & Saad, A.H. (2024). *Spirulina platensis* as a Growth Booster for Broiler; Insights into Their Nutritional, Molecular, Immunohistopathological, and Microbiota Modulating Effects. *BMC Veterinary Research*, 20(11), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03858-z>

Altmann, B. A., & Rosenau, S. (2022). *Spirulina* as Animal Feed: Opportunities and Challenges. *Foods*, 11(7), 2-7. <https://doi.org/10.3390/foods11070965>

Budiwardani, D., Sunarno, S., Budiraharjo, K., Isdadiyanto, S., & Jaya, L. O. I. (2024). The Potential of *Spirulina* Powder as Feed Additive on Hepatic Histomorphometry in Peking Ducks (*Anas platyrhynchos*). *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 16(3), 481-489. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v16i3.9246>

Chaudhary, S., Singh, R., Mishra, S., & Talwar, B. (2026). *Spirulina*: A Superfood – Nutritional Insights, Advancement in Food Applications and Mitigation Strategies for Enhanced Palatability. *Discover Food*, 6(140), 1-33. <https://doi.org/10.1007/s44187-026-00898-w>

Cui, Y., Wang, J., Zhang, H., Qi, G., & Wu, S. (2021). Effects of Photoperiod on Performance, Ovarian Morphology, Reproductive Hormone Level, and Hormone Receptor mRNA Expression in Laying Ducks. *Poultry Science*, 100(4), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.01.002>

Elbaz, A. M., Ahmed, A. M. H., Abdel-Maqoud, A., Badran, A. M. M., & Abdel-Moneim, A. E. (2022). Potential Ameliorative Role of *Spirulina platensis* in Powdered or Extract Forms Against Cyclic Heat Stress in Broiler Chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 45578-45588. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19115-z>

El-Shall, N. A., Jiang, S., Farag, M. R., Azzam, M., Al-Abdullatif, A. A., Alhotan, R., Dhama, K., Faiz-ul Hasan, & Alagaawany, M. (2023). Potential of *Spirulina platensis* as a Feed Supplement for Poultry to Enhance

- Growth Performance and Immune Modulation. *Frontiers in Immunology*, 14, 1-12.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1072787>
- Gautron, J., Stapane, L., Roy, N. L., Nys, Y., Rodriguez-Navarro, A. B., & Hincke, M. T. (2021). Avian Eggshell Biomineralization: An Update on Its Structure, Mineralogy and Protein Tool Kit. *BMC Molecular and Cell Biology*, 22(11), 1-17.
<https://doi.org/10.1186/s12860-021-00350-0>
- Hanlon, C., Ziezold, C. J., & Bédécarrats, G. Y. (2022). The Diverse Roles of 17 β -Estradiol in Non-Gonadal Tissues and Its Consequential Impact on Reproduction in Laying and Broiler Breeder Hens. *Frontiers in Physiology*, 13, 1-22.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.942790>
- Hartati, L., Sihite, M., & Bramantiar, S. I. (2024). Model Hubungan Antara Berat Telur dan Kualitas Eksternal Telur Itik Pengging (Anas platyrhynchos). *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 8(1), 22-30.
<https://doi.org/10.25047/jipt.v8i1.5327>
- Henrik, H., Marhayani, M., & Syadik, F. (2021). Karakteristik Morfometrik Itik dan Produksi Telur Itik di Sentra Peternakan Itik Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis*, 11(3), 204-210.
<https://doi.org/10.46549/jipvet.v11i3.189>
- Islam, M. S., Khatun, H., & Islam, M. N., Faruque, S., & Sarker, M. S. K. (2014). Study on the Productive and Reproductive Performances of BLRI-1 and BLRI-2 Ducks in Bangladesh. *The Agriculturists*, 12(1), 10-14.
<https://doi.org/10.3329/agric.v12i1.19485>
- Ismoyowati, I., Indrasanti, D., Ratriyanto, A., & Sumiati. (2022). Egg Production, Egg Quality, and Fatty Acid Profile of Indonesian Local Ducks Fed with Turmeric, Curcuma, and Probiotic Supplementation. *Tropical Animal Science Journal*, 45(3), 319-326.
<https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.3.319>
- Jalil, A., Muchlis, A., & Hasyim, Z. (2021). Pengaruh Pemberian Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) dan Rumput Laut (*Euchema cottonii*) terhadap Panjang Infundibulum, Magnum dan Isthmus Ayam Ras Petelur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Terpadu*, 1(2), 58-64.
<https://doi.org/10.56326/jitpu.v1i2.1510>
- Linde, M., Wehrend, A., & Farshad, A. (2025). Estradiol-17 β , Progesterone, and Oviductal Changes in Muscovy Ducks (*Cairina moschata* forma domestica) During Reproductive Phases. *BMC Veterinary Research*, 21(274), 1-12.
<https://doi.org/10.1186/s12917-025-04737-5>
- Mohammadpour, A., Zamanimoghadam, A., & Heidari, M. (2012). Comparative Histomorphometrical Study of Genital Tract in Adult Laying Hen and Duck. *Veterinary Research Forum*, 3(1), 27-30.
- Momu, J. M., & Hossain, M. A. (2022). Morphometric Measurements, Productive and Reproductive Performance of Deshi Black and Deshi White Duck. *Emerging Animal Species*, 4, 1-6.
<https://doi.org/10.1016/j.eas.2022.100009>
- Muir, W. I., Akter, Y., Bruerton, K., & Groves, P. J. (2023). The Role of Hen Body Weight and Diet Nutrient Density in an Extended Laying Cycle. *Poultry Science*, 102, 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102338>
- Nielsen, F. H. (2018). Magnesium Deficiency and Increased Inflammation: Current Perspectives. *Journal of Inflammation Research*, 11, 25-34.
<https://doi.org/10.2147/JIR.S136742>
- Noetzold, T. L., & Zuidhof, M. J. (2025). Role of Nutritional and Metabolic Status on The Pullet to Hen Transition and Lifetime Productivity. *Frontiers in Physiology*, 16, 1-17.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1585645>
- Ogbuewu, I. P. & Mbajorgu, C. A. (2025). Unlocking The Feed Supplement Potentials of Blue-Green Alga (*Spirulina*) in Broiler Nutrition: A Comprehensive Review. *Tropical Animal Health and Production*, 57(364), 1-15.
<https://doi.org/10.1007/s11250-025-04587-1>
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, L. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjie-Mensah, B., Uyanaga, V. A., & Abioja, M. O. (2024). Oxidative Stress in Poultry Production. *Poultry Science*, 103(9), 1-22.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Podgórska-Kryszczuk, I. (2024). *Spirulina* An Invaluable Source of Macro- and Micronutrients with Broad Biological Activity and Application Potential.

Molecules, 29(22), 1-24.
<https://doi.org/10.3390/molecules29225387>

- Salahuddin, M., Abdel-Wareth, A. A. A., Stamps., K. G., Gray, C. D., Aviña, A. M. W., Fulzele, S., & Lohakare, J. (2024). Enhancing Laying Hens' Performance, Egg Quality, Shelf Life during Storage, and Blood Biochemistry with *Spirulina platensis* Supplementation. *Veterinary Sciences*, 11(8), 1-16.
<https://doi.org/10.3390/vetsci11080383>
- Scanes, C. G. (2022). Discontinuities in Understanding Follicular Development, the Ovulatory Cycle and the Oviposition Cycles in the Hen: Advances, Opportunities, Slow Downs and Complete Stops. *Frontiers in Physiology*, 13, 1-8.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1023528>
- Spinola, M. P., Mendes, A. R., & Prates, J. A. M. (2024). Chemical Composition, Bioactivities, and Applications of *Spirulina* (*Limnospira platensis*) in Food, Feed, and Medicine. *Foods*, 13(22), 1-17.
<https://doi.org/10.3390/foods13223656>
- Sunarno, S., Budiraharjo, K., & Solikhin, S. (2021). Analisis Efek Pemeliharaan Sistem Intensif dan Ekstensif terhadap Produktivitas dan Kualitas Telur Itik Tegal. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(2), 83-93.
<https://doi.org/10.25077/jpi.23.2.83-93.2021>
- Xu, M., Tang, Q., Qi, J., Han, X., Tao, Q., Lu, Y., Bai, Y., Hu, S., Li, L., Bai, L., Hu, J., Wang, J., & Liu, H. (2024). Integration of GWAS and Transcriptomic Analyses Reveal Candidate Genes for Duck Gonadal Development During Puberty Onset. *BMC Genomics*, 25, 1-13.
<https://doi.org/10.1186/s12864-024-11079-3>
- Yuriwati, F. N., Mardiaty, S. M., & Tana. (2016). Perbandingan Struktur Histologi Magnum pada Itik Magelang, Itik Tegal dan Itik Pengging. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 21(1), 76-85.
<https://doi.org/10.14710/baf.v24i1.11696>