

Production Performance of Meat and Eggs of Domestic Quail: Potential and Utilization as Genetic Resources

Mohammad Hasil Tamzil^{1*}, Ketut Gede Wiryawan¹, I Gede Nano Septian¹

¹Departemen of Animal Production, Faculty of Animal Science, University of Mataram, Mataram Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia;

Article History:

Received: August 08th, 2025

Revised : August 28th, 2025

Accepted : September 06th, 2025

*Corresponding Author:

Mohammad Hasil Tamzil,
Fakultas Peternakan Universitas
Mataram, Mataram, Nusa
Tenggara Barat, Indonesia;
Email: m.h.tamsil@unram.ac.id

Abstract: This review article is written to provide information to readers regarding the potential of quail as a genetic resource of poultry for poultry-based food production. Quail was first domesticated in Japan and has strong potential for development as both a meat and egg producer. This species is known for its high feed efficiency in meat production, characterized by a high carcass yield, dominant meat deposition in the breast and thigh, and a superior meat-to-bone ratio compared to native chickens and broilers. In addition, quail demonstrates egg production capabilities that are nearly comparable to those of commercial laying hens, although with slightly lower feed efficiency. Based on these characteristics, quail is worthy of consideration as a genetic resource of poultry that is efficient and economical in providing animal protein.

Keywords: Body weight, egg production, genetic resources, japanese quail.

Pendahuluan

Pemeliharaan puyuh pada mulanya bertujuan sebagai burung berkicau, karena suara kicaunya yang merdu dan sifatnya yang jinak. Dalam beberapa dekade terakhir, puyuh terutama puyuh Jepang (*Coturnix japonica*) telah berkembang menjadi salah satu komoditas ternak unggas yang penting dalam sistem peternakan modern. Peralihan dari burung hias menjadi ternak, tidak lepas dari keunggulannya dalam hal efisiensi biologis, produktivitas tinggi, dan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan pemeliharaan yang bervariasi (Minvielle, 2004).

Puyuh Jepang dikenal sebagai penghasil protein hewani karena menawarkan dua produk utama, yakni daging dan telur. Puyuh memiliki produksi daging dengan pertumbuhan yang cepat dan konversi pakan yang efisien, dengan bobot potong berkisar antara 168 – 180 g yang dapat dicapai hanya dalam waktu enam minggu (Karabağ *et al.*, 2010). Persentase karkas terhadap bobot hidup umumnya mencapai 65–70%, dengan rasio daging terhadap tulang yang menguntungkan (Alkan *et al.*, 2010; Camci *et al.*,

2002). Sementara itu, dalam hal produksi telur, puyuh betina mulai bertelur pada usia muda (sekitar 6 minggu) dan dapat menghasilkan hingga 250–300 butir telur per tahun, dengan bobot telur berkisar antara 9–12 g, menjadikan puyuh sebagai unggas yang sangat efisien sebagai penghasil telur konsumsi dalam skala rumah tangga maupun industri.

Puyuh memiliki potensi genetik yang besar untuk ditingkatkan melalui program pemuliaan, karena puyuh memiliki variasi fenotipik dan genotipik antar populasi domestik yang cukup tinggi. Karakteristik produktif seperti kecepatan tumbuh, ukuran karkas, frekuensi bertelur, serta kualitas telur dan daging merupakan sifat-sifat kuantitatif yang dapat dimanfaatkan dalam seleksi genetik guna menghasilkan strain puyuh unggul, baik sebagai penghasil daging maupun telur. Puyuh juga dapat dimanfaatkan sebagai plasma nutfah berharga yang perlu dikonservasi dan dioptimalkan penggunaannya dalam jangka panjang, khusus di tengah meningkat kebutuhan protein hewani global.

Mempertimbangkan potensi produktif, efisiensi pemeliharaan, serta nilai strategis sebagai sumber daya genetik, puyuh Jepang layak dijadikan salah satu unggas alternatif utama dalam pembangunan peternakan yang berorientasi pada ketahanan pangan dan keberlanjutan. Pada tahap selanjutnya akan tersedia bahan pangan alternatif, sehingga mengurangi ketergantungan pangan pada satu komoditi. Artikel ini bertujuan untuk mengulas secara komprehensif kinerja produksi daging dan telur puyuh domestik, serta mengeksplorasi peluang pemanfaatannya sebagai plasma nutfah dalam pengembangan peternakan unggas di masa depan.

Artikel ini disusun sebagai *literature review* yang bertujuan untuk menghimpun, menganalisis, dan menyintesis berbagai temuan ilmiah terkait kinerja produksi daging dan telur pada burung puyuh domestik, khususnya *Coturnix japonica*. Kajian ini difokuskan pada beberapa aspek, diantaranya aspek sejarah domestikasi, karakteristik kuantitatif dan kualitatif, pertumbuhan, konversi pakan, kualitas karkas, produksi telur, serta potensi genetik, aspek manajemen pemeliharaan, termasuk kepadatan kandang, kebutuhan nutrisi untuk menghasilkan daging dan telur yang optimal, serta pemanfaatannya sebagai plasma nutfah dalam pengembangan peternakan unggas berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Sumber informasi dalam artikel ini diperoleh melalui penelusuran sistematis terhadap berbagai publikasi ilmiah nasional dan internasional yang relevan dalam kurun waktu tiga dekade terakhir (1994–2024), dengan penekanan pada artikel yang diterbitkan dalam jurnal bereputasi. Basis data yang digunakan meliputi Scopus, Science Direct, PubMed, Google Scholar, dan DOAJ. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: *Japanese quail*, *quail meat production*, *sexual maturity*, *egg production*, *growth performance*, *feed conversion*, *carcass traits*, *reproductive traits*, dan *genetic resources*.

Artikel yang dikaji dipilih berdasarkan relevansi dengan topik, kualitas metodologi penelitian, serta kemutakhiran data. Literatur

yang memuat data primer dari eksperimen lapangan, studi komparatif antar strain, maupun artikel review sebelumnya turut dijadikan referensi utama. Pendekatan analisis dilakukan secara deskriptif dan komparatif, untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi burung puyuh sebagai penghasil daging dan telur, serta arah pengembangannya di masa depan sebagai bagian dari sumber daya genetik unggas lokal maupun global.

Domestikasi Puyuh Jepang

Puyuh Jepang (*Coturnix Japonica*) merupakan unggas kecil yang telah mengalami proses domestikasi sejak abad ke-12 di Jepang dan berkembang menjadi salah satu sumber penghasil daging dan telur (Tsudzuki, 2003). Di balik keberhasilannya sebagai komoditas ternak, terdapat sejarah panjang interaksi antara manusia dan spesies ini yang mengarah pada proses domestikasi. Manusia telah menjinakkan dan membudidayakan unggas sejak ribuan tahun lalu sebagai bagian dari upaya menyediakan sumber pangan yang stabil. Berbagai spesies seperti ayam, itik, angsa, dan puyuh mengalami proses domestikasi dengan tujuan utama sebagai penghasil daging, telur, dan bulu. Salah satu unggas kecil yang menarik adalah puyuh Jepang (*Coturnix japonica*), yang proses domestikasinya lebih belakang dibandingkan ayam, tetapi perannya semakin strategis sebagai sumber protein hewani (Shibata & Saito, 1990).

Ayam mengalami domestikasi sekitar 8000-an tahun yang lalu di Asia Selatan dan Asia Tenggara (Tamzil & Indarsih, 2022) berikutnya itik mengalami domestikasi pada era 4000-an tahun yang lalu di Tiongkok dan Asia Selatan (Goto *et al.*, 2023, Tamzil *et al.* 2024). Angsa mengalami domestikasi sekitar 3000-an tahun yang lalu di Asia Tengah dan Erofa (Abdel-Kafy *et al.*, 2021, Tamzil *et al.*, 2025), sedangkan puyuh mengalami domestikasi paling akhir, yaitu di era tahun 1900-an (Tsudzuki, 2003). Keberadaan puyuh sebagai bahan pangan klas atas, sudah disebut dalam Alquran Surat Al Baqarah, bahwa burung puyuh merupakan makanan yang diberikan Allah ke kaum Yahudi pada zaman nabi Musa, jauh sebelum nabi Isa lahir (Al Quran Surat Al-Baqarah ayat 57).

Manusia mulai memelihara puyuh liar karena suara nyanyiannya. Dalam proses ini, individu yang lebih tenang dan mudah

beradaptasi dengan kehidupan di kandang lebih disukai, sehingga terjadi seleksi tidak langsung terhadap sifat jinak dan toleransi terhadap manusia (Price, 1999). Pemeliharaan puyuh untuk tujuan kontes suara, sudah berlangsung semenjak masa Heian (abad ke-8 M) di Jepang (Minvielle, 2004). Baru pada awal abad ke-20, manusia mulai menyadari potensi ekonominya sebagai penghasil telur.

Proses seleksi dilakukan terhadap setiap individu yang mempunyai tingkah laku lebih tenang dan mudah beradaptasi dengan kehidupan di kandang, sehingga terjadi seleksi tidak langsung terhadap sifat jinak dan toleransi terhadap manusia (Price, 1999). Seleksi buatan kemudian dilakukan terhadap individu-individu yang memiliki produksi telur tinggi dan cepat dewasa. Dalam waktu singkat, puyuh Jepang berubah menjadi ras domestik dengan kemampuan bertelur mencapai 250–300 butir per tahun, hampir menyamai ayam ras petelur.

Karakteristik Kualitatif dan Kuantitatif Puyuh Jepang

Ciri khas puyuh domestik Jepang adalah bulu leher pada jantan berwarna coklat tua, sedangkan leher puyuh betina berwarna cokelat muda. Paruh dan kaki berwarna kuning, sementara puyuh liar berwarna abu-abu. Masing-masing jenis bulu ini mempunyai pola pertumbuhan yang sama. Perbedaan laju pertumbuhan bulu hanya terjadi pada setiap tahap perkembangan (Sari *et al.*, 2023).

Ukuran tubuh puyuh sangat bergantung pada jenis kelamin dan bangsa puyuh. Ukuran tubuh dua jenis puyuh Jepang jantan dan betina beda warna disajikan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa dari ukuran tubuh, puyuh jepang tergolong hewan *sexual dimorphism*, yaitu sex betina mempunyai bobot badan lebih tinggi dibandingkan dengan bobot badan sex jantan (Oğrak *et al.*, 2021). Perbedaan bobot badan berlanjut dengan perbedaan ukuran tubuh pada hampir semua bagian tubuh, dimana ukuran tubuh jenis kelamin betina lebih besar dibandingkan dengan ukuran tubuh jenis kelamin jantan. Puyuh warna putih dan puyuh warna coklat tidak memperlihatkan perbedaan bobot badan, dan fenomena ini berlanjut ke tidak adanya perbedaan ukuran bagian-bagian tubuh puyuh.

Selain dipengaruhi oleh jenis kelamin, ukuran tubuh puyuh dipengaruhi oleh jenis puyuh (Bagh *et al.*, 2016, Oğrak *et al.*, 2021, Osaiyuwu, 2023). Perbedaan laju pertumbuhan tiga jenis puyuh Jepang berdasarkan warna bulu disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa puyuh bulu abu-abu, coklat dan warna putih, pada umur satu minggu, varian putih lebih berat, namun mulai umur 2 minggu sampai umur 6 minggu, varian abu-abu menunjukkan bobot tertinggi. Fenomena hasil penelitian ini, sama dengan hasil penelitian Oğrak *et al.* (2021) yang mengamati ukuran tubuh puyuh putih sama dengan ukuran tubuh puyuh coklat. Ukuran tubuh (bobot hidup, panjang tubuh, lingkaran dada, dan diameter tarsus) puyuh betina pada jenis puyuh putih lebih besar dibandingkan ukuran tubuh puyuh coklat.

Bagian tubuh yang mempunyai korelasi positif dengan bobot tubuh adalah panjang tengkorak, panjang tubuh, panjang tulang dada, panjang jari tengah, panjang sayap, lingkaran dada, dan diameter tarsus (Oğrak *et al.* 2021), lingkaran dada dan panjang tubuh (Yamak & Sarıca, 2019), panjang femur dan tibia (Hutagalung *et al.*, 2013). Informasi ini memberikan petunjuk bahwa ukuran-ukuran tersebut dapat digunakan sebagai indikator untuk memperkirakan bobot tubuh dalam seleksi pembibitan dan produksi daging puyuh.

Upaya mengetahui ukuran-ukuran tubuh yang dapat dipergunakan untuk mengestimasi produksi telur, sampai saat ini masih belum dijumpai penelitian yang melaporkan. Namun, berdasarkan prinsip pemuliaan unggas (khususnya pada puyuh *Coturnic Japonica*), parameter morfometrik yang umumnya digunakan sebagai indikator produktivitas telur adalah berat badan saat masuk ke fase produksi telur (sekitar 6–8 minggu) (Al-Nahhas *et al.*, 2018), panjang dan kedalaman tulang dada, lingkaran dada, panjang tulang shank, dan kedalaman perut (Yin *et al.* 2023), dan panjang kaki (Silva & Oliveira, 2020).

Panjang tulang dada berhubungan dengan kapasitas ruang dada dan struktur organ reproduksi, sering disebut sebagai prediktor produksi telur. Lingkaran dada yang lebih besar menandakan organ reproduksi yang lebih matang dan berfungsi optimal, serta stok lemak tubuh yang mencukupi untuk produksi telur berkelanjutan. Berikutnya panjang kaki yang proporsional menunjukkan struktur kontinuitas

pertumbuhan, korelasi positif ditemukan antara panjang betis (*shank*) dan berat telur rata-rata.

Tabel 1. Bobot tubuh dan beberapa pengukuran zoometri dua jenis puyuh Jepang pada usia 6 minggu

Karakteristik	Putih	Coklat	Jantan	Betina
Bobot badan (g)	222,07±5,8	222,30±6,9	199,63±4,6	244,73±5,0
Panjang Tengkorak (mm)	33,14 ± 0,36	33,13 ± 0,37	32,70 ± 0,32	33,56 ± 0,39
Lebar Tengkorak (mm)	22,33 ± 0,22	21,54 ± 0,17	21,90 ± 0,21	21,96 ± 0,22
Panjang Paruh (mm)	13,55 ± 0,16	12,12 ± 0,24	12,87 ± 0,23	12,80 ± 0,26
Lebar Paruh (mm)	7,63 ± 0,13	6,75 ± 0,15	6,97 ± 0,16	7,41 ± 0,16
Panjang Leher (mm)	26,22 ± 0,67	25,84 ± 0,56	25,88 ± 0,62	26,18 ± 0,61
Panjang Tubuh (mm)	106,99± 0,90	104,03± 1,38	103,56± 1,19	107,44± 1,10
Lingkar Dada (mm)	198,47± 1,80	194,33± 1,83	192,40± 1,52	200,40± 1,87
Panjang Sternum (mm)	67,11± 0,68	64,23 ± 0,72	65,43 ± 0,76	65,91 ± 0,74
Panjang Tarsus (mm)	60,90± 0,54	56,76 ± 0,76	58,06 ± 0,88	59,60 ± 0,60
Panjang Jari Tengah (mm)	30,18± 0,36	29,94 ± 0,31	29,72 ± 0,29	30,39 ± 0,37
Diameter Tarsus (mm)	5,05± 0,09	4,82 ± 0,10	4,79 ± 0,11	5,09 ± 0,08
Panjang Sayap (mm)	42,77± 0,57	39,57± 0,39	40,54± 0,60	41,80 ± 0,50

Sumber: Oğrak *et al.* (2021)

Tabel 2. Bobot badan mingguan tiga varetas puyuh Jepang (g/ekor)

Umur (minggu)	Varetas		
	Abu- abu	Coklat	Putih
0	7,50±0,15	7,38±0,12	7,13±0,13
1	18,37±0,16	20,26±0,18	21,63±0,19
2	48,86±0,38	43,97±0,38	47,95±0,37
3	92,26±0,67	84,37±0,73	91,34±0,80
4	120,43±0,78	112,98±0,92	134,46±0,50
5	152,80±0,90	146,16±0,97	149,05±0,87

Sumber: Bagh *et al.* (2016)

Puyuh Jepang sebagai Penghasil Daging

Kemampuan seekor ternak sebagai penghasil daging sangat bergantung dengan tingkat pertumbuhan dan bobot badan yang dihasilkan. Bobot tetas puyuh jepang (*coturnix japonica*) type pedaging bersekitar antara 7,13–7,50 g per ekor (Mishra *et al.*, 2016). Dalam waktu 6 minggu, puyuh dapat mencapai bobot potong antara 180 hingga 250 g, tergantung pada jenis kelamin, pakan, dan manajemen pemeliharaan (Ferdousy *et al.*, 2016). Pertumbuhan puyuh biasanya mengikuti kurva sigmoid, dari fase lambat, cepat, hingga stabil menjelang dewasa. Titik infleksi (*inflection point*) terjadi pada usia sekitar umur 28–35 hari (Kaya Başar & Nariñç, 2023), berikutnya terjadi titik balik (*deceleration point*) (de Barros Júnior *et al.*, 2024). Oleh sebab itu pemeliharaan puyuh disarankan dipotong pada umur 5 minggu.

Tingkat efisiensi ternak unggas sebagai penghasil daging salah satunya dapat dilihat dari konversi pakan yang dihasilkan, yaitu berapa banyak pakan yang dihabiskan untuk

menghasilkan satu kilogram bobot badan. Adapun tingkat konversi pakan serta bobot potong beberapa jenis unggas penghasil daging dapat dilihat pada Tabel 3.

3 jenis unggas yang tersaji pada Tabel 3 terlihat bahwa burung puyuh tergolong unggas yang mampu dipotong dalam waktu relatif singkat, sama dengan waktu yang diperlukan oleh ayam broiler, dan lebih cepat dibandingkan dengan umur potong ayam ras jantan type petelur dan ayam kampung. Bila dilihat dari jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg bobot badan, kebutuhan pakan puyuh relatif sama dibandingkan dengan ayam ras petelur, namun lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhan ayam broiler, dan lebih rendah dibandingkan kebutuhan ayam kampung. Hal ini menunjukkan bahwa biaya produksi satu kg daging putih dari puyuh, membutuhkan biaya yang relatif sama dibandingkan biaya produksi ayam ras petelur, lebih rendah dibandingkan dengan biaya produksi daging ayam kampung, dan lebih besar dibandingkan biaya ayam broiler.

Kemampuan puyuh menghasilkan daging, dapat dilihat dari tingkat pertumbuhan, persentase bobot karkas yang dihasilkan, serta rasio daging dan tulang (Tabel 4). Persentase bobot karkas puyuh Jepang tertinggi dibandingkan dengan persentase karkas ayam kampung dan ayam broiler. Jumlah daging yang bisa dimakan dalam satu satuan ternak, lebih

banyak jika dibandingkan dengan yang terjadi pada ayam broiler maupun ayam kampung. Bagian karkas unggas yang mempunyai daging tertinggi adalah bagian dada dan paha. Jenis unggas yang mempunyai deposit daging pada kedua bagian tersebut adalah puyuh, berikutnya ayam broiler, dan terendah ayam kampung.

Tabel 3. Bobot potong dan nilai konversi pakan beberapa jenis unggas

Jenis unggas	Umur potong (hari)	Bobot potong (g)	FCR (<i>Feed conversion ratio</i>)
Puyuh ¹	35	237 ± 2.8	3.3–3.6
Ayam broiler ²	35–42	1.500 – 2.500	1,5 – 1,8
Ayam ras petelur ³	63	1.200 – 1.500	2,7 – 2,8
Ayam kampung ⁴	70 – 90	800 – 1.200	3,5 – 4,0

Sumber: 1= Lukanov & Genchev (201), 2 = SNI (2006), 3= Popova *et al.* (2024), 4= Hendrawan *et al.* (2020)

Tabel 4. Perbandingan performa produksi daging beberapa jenis unggas

Parameter	Jenis Unggas		
	Puyuh	Ayam Broiler	Ayam Kampung
1. Bobot potong (g/ekor)	180 ¹⁾	2.950 ²⁾	1.000 ³⁾
2. Bobot karkas (g)	160 ¹⁾	1.400 ²⁾	650 ³⁾
3. Bobot karkas (%)	67,1 ¹⁾	72–75 ²⁾	65
4. Bobot dada (%)	37,2 ¹⁾	40 ²⁾	25 ³⁾
5. Bobot paha (%)	22,6 ¹⁾	32 ²⁾	27 ³⁾
6. Bobot sayap (%)	4,6 ¹⁾	12 ²⁾	10 ³⁾
7. Rasio daging dan tulang	2,7:1 ⁴⁾	3,5:1 ⁵⁾	2,0:1 ⁶⁾

Sumber: 1): Alkan (2010), 2): Kokoszyński. (2022), 3): Hidayat & Asmarasari, (2015), 4): Wagner *et al.* (2020), 5): SNI (2006), 6): Hendrawan *et al.* (2020)

Kebutuhan Nutrisi Puyuh Jepang

Tingkat pertumbuhan puyuh salah satunya dipengaruhi oleh kandungan energi dan protein pakan (Taheri & Abbasi, 2016, Zakari *et al.*, 2024). Pada puyuh umur 2–6 minggu, variasi level protein (20–26 %) dan energi (2600–3200 kcal/kg ME) tidak mempengaruhi performa pertumbuhan. Hal ini menunjukkan pakan dengan protein 20 % dan energi 2600 kcal/kg cukup untuk pertumbuhan optimal, sehingga penggunaan level yang lebih tinggi tidak diperlukan (Zakari *et al.*, 2024). Penelitian lain melaporkan bahwa puyuh umur 0–5 minggu diberi pakan berenergi tinggi (3200 kcal/kg ME) dengan protein 18, 21, 24, 27, dan 30 % menghasilkan berat badan dan karkas tertinggi pada level CP 24 %, sedangkan perbedaan antara 24–30 % tidak signifikan (Bahtiyarca, 1996).

Penggunaan pakan dengan energi 3200 kcal/kg pada fase finisher (fase umur 29–49 hari), meningkatkan pertambahan berat harian dan rasio konversi pakan, sedangkan variasi

protein (21,6%, 24%, 26,4%) tidak mempengaruhi performa pertumbuhan. Kombinasi optimal ditentukan di 3200 kcal ME dan 21,6 % CP (Taheri & Abbasi, 2016). Penelitian ini memisahkan fase starter (25–29 % CP) dan finisher (21–25 % CP) dengan energi antar 2700–2900 kcal/kg. Hasil terbaik diperoleh pada starter 27 % CP & 2700 kcal ME, finisher 23 % CP & 2700 kcal ME, meningkatkan bobot akhir dan efisiensi pakan (Hardas, 2010).

Penelitian menggunakan puyuh petelur, pakan optimum ditemukan di 2850 kcal/kg ME dan 22,4 % CP menghasilkan performa terbaik dalam hal berat badan akhir, produksi telur, dan konversi pakan (Ribeiro *et al.*, 2002). Penelitian menggunakan metode *response surface* dari umur 7–14 hari menunjukkan optimum berat badan tercapai pada kombinasi 2950 kcal/kg ME dan 25 % CP; efisiensi pakan terbaik di sekitar 2878 kcal dan 24,4 % CP (Yassin *et al.*, 2024). Dapat disimpulkan bahwa rentang protein optimal untuk burung puyuh pedaging berkisar antara

20–27 %, dan energi antara 2.700–3.200 kcal/kg ME tergantung fase pertumbuhan.

Kepadatan Kandang

Faktor lain yang turut mempengaruhi pertumbuhan puyuh Jepang adalah manajemen pemeliharaan. Salah satu dari aspek manajemen pemeliharaan adalah mengatur kepadatan kandang (Gubali *et al.*, 2021). Kepadatan 11 ekor per kandang berukuran 35 x 30 x 40 cm, bobot badan puyuh pada usia 3 minggu mencapai 95,52 g. Pada kondisi populasi 360 ekor puyuh umur 42 hari; kepadatan 12, 16, 20, dan 24 ekor per 100 x 50 cm, tidak dijumpai adanya pengaruh yang nyata (Juliansyah *et al.*, 2025). Pengaruh yang sama juga diperoleh pada puyuh umur 3 minggu dengan kepadatan 11, 13, 16, 20 ekor pada kandang 35 x 30 x 40 cm (Gubali *et al.*, 2021). Puyuh umur 14–35 hari, dengan kepadatan 150, 200, 250, 300 cm²/ekor luas lantai, diperoleh bobot badan tertinggi dicapai pada 250 cm²/ekor, dengan bobot badan masing-masing 52,6 g, 83,0 g masing-masing pada umur 3 dan 4 minggu (Das *et al.*, 2017).

Tiga kepadatan kandang pada fase petelur, yaitu 166,7; 208,3; 277,8 cm²/ekor, diperoleh bobot badan, performa produksi telur, dan parameter darah sangat dipengaruhi kepadatan kandang (Rabie *et al.*, 2023). Penempatan puyuh dalam luas 122,7 dan 157,8 cm²/ekor dalam petak kandang berisi 7 ekor, dilengkapi *enrichment* & tanpa *enrichment*, kepadatan lebih longgar 157,8 cm²/ekor, tidak memengaruhi bobot badan, tetapi meningkatkan kualitas telur dan performa zooteknik (Franco *et al.*, 2024). Studi yang dilakukan El-Tarabany (2015) mendapatkan bahwa kepadatan 143, 167, 200 cm²/ekor pada fase petelur umur 14 minggu, menghasilkan kepadatan 200 cm²/ekor menghasilkan bobot telur, kesuburan, dan modulasi stres/imunitas lebih baik.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, densitas optimal untuk fase dara adalah sekitar 250–300 cm²/ekor, memberikan pertambahan berat tertinggi. Pemeliharaan dalam kandang yang longgar (≥ 157 –200 cm²/ekor) menghasilkan bobot badan terbaik dan kualitas telur, serta kesejahteraan unggas lebih tinggi. Sementara pemeliharaan dalam kandang yang terlalu padat (< 150 cm²/ekor) menurunkan bobot

badan yang muncul akibat stres atau persaingan pakan.

Puyuh Jepang sebagai Penghasil Telur

Produksi telur pada unggas dimulai dengan kemunculan masak kelamin (Tamzil *et al.*, 1999). Umur masak kelamin puyuh Jepang berkisar antara 38 – 47 hari dengan rata-rata bobot badan 145,7 g pada strain ringan dan 280–360 g pada strain komersial, sedangkan pada puyuh komersial M55, R33 and S adalah 38 hari pada seleksi di generasi pertama (Baylan, 2017). Rataan bobot telur pertama berkisar antara 8–9 g, meningkat menjadi 10–11 g saat produksi puncak. Informasi lain melaporkan bahwa rata-rata umur masak kelamin puyuh adalah 63 hari untuk betina; dan 52 hari untuk jantan, dengan rata-rata bobot telur 7,6 g.

Masak kelamin puyuh petelur dicapai pada umur 42–44 hari dengan bobot badan berkisar antara 175,95–198,02 g (Dwiyantri *et al.*, 2023). Puyuh yang masak kelamin pada umur 5 minggu tergolong masak kelamin dini. Kelompok puyuh yang masak kelamin dini dalam dunia budidaya puyuh untuk produksi telur, tergolong kurang baik, karena telur yang dihasilkan relatif kecil dan berlanjut pada bobot telur selanjutnya (Tamzil *et al.*, 1999). Masak kelamin yang edial adalah puyuh yang mencapai masak kelamin pada umur 6 sampai 7 minggu. Berikutnya puyuh yang mencapai masak kelamin pada umur di atas 6 minggu tergolong masak kelamin lambat. Umur masak kelamin lambat dalam dunia budidaya puyuh untuk produksi telur, juga tergolong tidak baik, karena terlalu banyak pakan yang dihabiskan untuk menghasilkan seekor induk (Al-Salhie, 2018).

Bobot telur pada masa awal peneluran, biasanya lebih kecil, yaitu sekitar 9–10 g, dan meningkat secara bertahap seiring waktu menuju stabilitas produksi (Sezer & Tarhan, 2005). Masa produksi telur berlangsung intensif hingga usia 20 minggu, dengan produksi mencapai lebih dari 85% (Minvielle, 2004). Selanjutnya, seiring bertambahnya umur, produksi telur menunjukkan penurunan secara bertahap karena penurunan aktivitas hormonal dan metabolisme (Hrncar *et al.*, 2014). Selama satu tahun pertama peneluran, kemampuan produksi telur mencapai

290 butir per ekor, berikutnya menurun menjadi 150–170 butir di tahun kedua. Puncak produksi dicapai pada umur 13–14 minggu (3–3,5 bulan) (Nielsen *et al.* 2023), dengan puncak produksi mencapai angka 90–95 % (Pizzolante *et al.*, 2006).

Bertahan pada angka lebih dari 90 % pada umur 13 sampai dengan 24 minggu (sekitar 11 minggu). Pada umur 24 minggu, produksi menurun, dan pada usia 40 minggu tingkat produksi turun mencapai 50 %. Pada umur ini puyuh diafkir, dan dimanfaatkan untuk produksi daging (umur 9–10 bulan) (Nielsen *et al.*, 2023). Sementara ayam ras petelur komersial mulai bertelur pada umur 16–20 minggu, dengan kemampuan produksi telur lebih dari 300 butir per tahun. Puncak produksi dicapai pada umur 6–7 bulan umur produksi, dengan puncak produksi pada angka 90–95 % (hampir satu butir telur/hari).

Tingkat puncak produksi ini dapat dipertahankan hingga umur 72 minggu (1,5 tahun), namun praktik umum adalah afkir pada umur 72 minggu, jika tidak dilakukan program *force molting* (Milenia *et al.* 2022, Andrade, *et al.*, 2023, Aygun *et al.*, 2025, Tovar-Ramírez *et al.* 2025). Adapun gambaran tingkat produksi telur tiga jenis puyuh selama masa produksi disajikan pada Tabel 5. Data produksi ini memberikan gambaran bahwa jenis puyuh yang mempunyai produksi telur yang paling tinggi adalah jenis puyuh berbulu coklat. Tingkat produksi dapat dilihat dari kecepatan mencapai puncak produksi, yaitu pada umur 8 minggu. Pada umur tersebut puyuh coklat sudah mencapai tingkat produksi 80 % lebih, sementara puyuh abu abu dan puyuh putih pada umur yang sama tingkat produksi baru mencapai angka 62-an persen dan 58-an persen.

Tabel 5. Data Produksi Telur tiga varetas puyuh Jepang

Umur (minggu)	Produksi telur (% HHA)			Produksi telur (% HDA)		
	Abu-abu	Coklat	Putih	Abu-abu	Coklat	Putih
6	0,00	0,00	0,33	0	0	0,33
7	16,08	20,80	19,23	16,14	20,80	19,2
8	61,78	80,70	57,58	62,49	83,65	58,9
9	80,70	96,12	67,91	81,63	99,63	69,5
10	91,30	96,12	86,92	92,35	99,63	88,9
11	86,38	96,24	87,25	87,37	99,76	89,2
12	86,38	96,24	87,25	87,37	99,76	89,2
13	81,08	95,86	84,84	82,01	99,37	86,8
14	82,78	95,24	80,22	83,74	98,72	82,0
15	82,88	88,72	83,96	85,05	94,03	86,3
16	64,62	81,95	72,42	66,31	87,67	75,0
17	63,58	77,69	72,64	65,69	83,68	75,2
18	67,74	84,71	77,36	69,99	91,23	80,1
19	71,24	75,06	76,92	73,61	80,84	79,6
20	65,00	80,45	73,41	67,16	86,65	76,0

Keterangan: HHA = *hen house average*, HDA = *hen day average*

Sumber: Bagh *et al.* (2016)

Tingkat produksi ini juga diperlihatkan oleh lamanya produksi puncak bertahan. Pada puyuh warna coklat, tingkat produksi hampir 100 % dicapai pada umur 9 sampai dengan umur 13 minggu, berikutnya menurun dan pada umur 20 minggu produksi telur bertahan pada angka 86,65 %. Sementara pada puyuh bulu abu abu, selama

masa pemeliharaan angka tertinggi hanya mencapai 89,2 persen (umur 11 dan 12 minggu), berikutnya menurun, dan pada umur 20 minggu produksi telur bertahan pada angka 76%. Demikian pula halnya dengan puyuh warna abu-abu, produksi telur tertinggi hanya mencapai angka 92,35 yang dicapai pada umur 10 minggu,

berikutnya menurun dan pada umur 20 minggu (produksi telur hanya mencapai angka 67,16 %). Dengan demikian dapat merekomendasikan bahwa untuk tujuan produksi telur sebaiknya memelihara puyuh warna abu-abu. Tingkat konversi pakan pada puyuh Jepang 2,5–2,6 kg pakan/kg telur (Khalil *et al.*, 2020), sementara konversi pakan pada ayam petelur berkisar antara 1,894–2,054 (Salahuddin *et al.*, 2024).

Kualitas dan jumlah produksi telur sangat dipengaruhi oleh keseimbangan nutrisi dalam pakan, terutama protein kasar (CP), energi metabolik (ME), serta mineral kalsium dan fosfor. Studi pada puyuh fase bertelur (umur 8–20 minggu) menunjukkan kombinasi optimal pada pakan dengan 20 % CP dan 2 900 kcal/kg ME, menghasilkan rata-rata bobot telur 11,9 g dan massa telur 8,33 g (Ashour *et al.*, 2023). Asupan protein 22 % atau 18 % menunjukkan performa telur yang lebih rendah, menegaskan pentingnya proporsi 20–22 % CP pada pakan puyuh petelur. Di samping itu kalsium dan fosfor memainkan peran penting dalam pembentukan cangkang dan metabolisme tulang. Rekomendasi optimal untuk layer puyuh adalah 3,16 % Ca dan 0,33 % P available (Stanquevis *et al.*, 2021).

Defisiensi Ca dapat menyebabkan cangkang telur tipis dan kesehatan tulang berkurang. Faktor lain yang ikut berperan dalam produksi telur puyuh adalah keberadaan mikronutrien dan keseimbangan elektrolit. Keseimbangan elektrolit (*electrolyte balance*/EB) penting untuk performa dan kualitas telur, terutama saat stres panas. Nilai EB optimal sebesar 265–315 mEq/kg meningkatkan kualitas telur dan kepadatan tulang (Cruvinel *et al.*, 2020). Mikronutrien seperti vitamin D3, metionin, lisin, dan *trace mineral* lainnya juga diperlukan untuk mendukung performa dan kualitas telur.

Kesimpulan

Puyuh Jepang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber penghasil daging dan telur. Puyuh menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi untuk produksi daging, dengan persentase karkas, proporsi daging dada dan paha, serta rasio daging terhadap tulang yang lebih unggul dibandingkan ayam kampung maupun ayam broiler. Kemampuan produksi telur mendekati produksi ayam ras

petelur komersial, meskipun efisiensi pakan masih sedikit lebih rendah. Dengan karakteristik tersebut, puyuh domestik layak dipertimbangkan sebagai plasma nutfah unggas penghasil protein hewani yang efisien dan ekonomis.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Referensi

- Abdel-Kafy, E. M., Ramadan, S. I., Ali, W. H., Youssef, S. F., Shabaan, H. A., El-Deighadi, A., & Inoue-Murayama, M. (2021). Genetic and phenotypic characterization of domestic geese (*Anser anser*) in Egypt. *Animals*, 11(11), 3106. <https://doi.org/10.3390/ani11113106>
- Alkan, S., Karabağ, K., Galiç, A., Karsli, T., & Balcioğlu, M. S. (2010). Determination of body weight and some carcass traits in Japanese quails (*Coturnix japonica*) of different lines. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 277–280.
- Al-Nahhas, Y., et al. (2018). Morphometric traits as predictors of laying performance in Japanese quail. *Poultry Science*, 97(4), 1233–1242. <https://doi.org/10.3382/ps/pex401>
- Al-Qur'an. (2007). *Al Qur'anulkarim terjemah per kata*. Yayasan Penyelenggara Penerjemah Al Qur'an. (Revisi terjemah oleh Lajnah Pentasheh Mushaf Al Qur'an Departemen Agama Republik Indonesia).
- Andrade, P. G. C. de, Mendonça, M. A. de F., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Silva, F. M. F., & Reis, L. de A. (2022). Effects of dietary fiber on performance and egg quality of laying hens at pre-laying and laying peak. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45(1), e57534. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.57534>
- Ashour, E. A., Kamal, M., Altaie, H. A. A., Swelum, A. A., Suliman, G. M., Tellez-Isaias, G., & El-Hack, M. E. A. (2024). Effect of different energy, protein levels and their interaction on productive

- performance, egg quality, digestibility coefficient of laying Japanese quails. *Poultry Science*, 103(1), 103170. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103170>
- Aygun, A., Nariç, D., & Arısoy, H. (2025). Comparison of performance, egg quality, and egg cost of different laying genotypes in free-range system from 21 to 44 weeks of age. *Animals*, 15(1), 86. <https://doi.org/10.3390/ani15010086>
- Bagh, J., Panigrahi, B., Panda, N., Pradhan, C. R., Mallik, B. K., Majhi, B., & Rout, S. S. (2016). Body weight, egg production, and egg quality traits of gray, brown, and white varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in coastal climatic condition of Odisha. *Veterinary World*, 9(8), 832–836. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.832-836>
- Baylan, M. I. (2017). Effects of different selection methods using body weight on egg yield parameters in Japanese quail. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19(4), 657–664. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0470>
- Camci, Ö., Erensayin, C., & Aktan, S. (2002). Relations between age at sexual maturity and some production characteristics in quails. *Archiv für Geflügelkunde*, 66(6), 280–282.
- Cruvinel, J. M., Urayama, P. M. G., Dos Santos, T. S., Denadai, J. C., Muro, E. M., Dornelas, L. C., Pasquali, G. A. M., Neto, A. C. C., Zanetti, L. H., Netto, R. G. F., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2020). Different dietary electrolyte balance values on performance, egg, and bone quality of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) under heat stress. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 17. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02472-7>
- Das, D., Mohanty, G. P., Pradhan, C. R., et al. (2017). Effect of stocking density on growth of Japanese quail. *Indian Journal of Animal Production and Management*, 31(3–4).
- de Barros Júnior, R. F., de Souza Silva, J. P. S., da Silva Felix, T. M., de Lima, M. C., Filho, J. D., Pascoa, L. A. F., & da Silva, J. H. F. (2024). Nutritional plans and ambient temperature on the growth curves of Japanese quails. *Ciência Rural*, 54(2), e20220204. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220204>
- Dwiyanti, N., Widjastuti, T., & Rusmana, D. (2023). Effect of restricted feeding on sexual maturity and productivity of Padjadjaran quail. *Jurnal Ilmu Ternak*, 23(1), 76–80. <https://doi.org/10.24198/jit.v23i1.41220>
- Farhat, A. (2010). Growth curve and estimation of growth parameters in Japanese quail. *Journal of World's Poultry Research*, 20(4), 23–28.
- Ferdousy, R. N., Kabir, M. H. B., Rahman, M. M., Islam, M. S., & Pervin, M. (2016). Production and reproduction performances of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) under intensive management. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 3(4), 378–385. <https://doi.org/10.5455/javar.2016.c176>
- Franco, J. C., et al. (2024). Impact of different housing densities combined with environmental enrichment on the production of Japanese quail. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 46, e69831. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.69831>
- Goto, T., Konno, S., & Konno, M. (2023). Establishment of wild-derived strains of Japanese quail (*Coturnix japonica*) in field and laboratory experiments. *Biology*, 12(8), 1080. <https://doi.org/10.3390/biology12081080>
- Gubali, S. I., Nusi, M., Saleh, E. J., & Pakaya, J. (2021). Pertumbuhan burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) umur 3 minggu dengan perbedaan kepadatan di dalam kandang. *Jambura Journal of Animal Science*, 4(1), 1–6.
- Hardas, R. P. (2010). Effect of varying energy and protein levels on the growth performance of Japanese quails. *Poultry Research Centre*, Akola. <http://krishikosh.egranth.ac.in>
- Hendrawan, D. A., et al. (2020). Efisiensi pertumbuhan dan karkas ayam kampung. *Jurnal Ilmu Ternak*, 10(1), 55–60.

- Hidayat, C., & Asmarasari, S. (2015). Kinerja produksi ayam kampung unggul Balitbangtan (KUB). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 340–345.
- Hrncar, C., Hanusova, E., Hanus, A., & Bujko, J. (2014). Egg quality traits in Japanese quail lines. *Research in Agricultural Engineering*, 60(2), 45–49. <https://doi.org/10.17221/16/2012-RAE>
- Hutagalung, R. P., Hamdan, & Siregar, Z. (2013). Analisis morfometrik dan sifat kualitatif warna bulu pada puyuh liar (*Turnix suscitator atrogularis*) dan puyuh domestikasi (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Peternakan Integratif*, 1(2), 200–214. <https://doi.org/10.32734/jpi.v1i2.2665>
- Juliansyah, E., Suhadi, M., Wati, N. E., & Sugesti, M. (2025). Pengaruh kepadatan kandang terhadap performa puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Dunia Peternakan*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.37090/jdp.v3i1.2481>
- Karabağ, K., Alkan, S., Galiç, A., Karsli, T., & Balcioglu, M. S. (2010). Determination of body weight and some carcass traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 277–280. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.29-A>
- Kaya Başar, E., & Narinç, D. (2023). Genetic parameter estimates of growth curve and feed efficiency traits in Japanese quail. *Animals*, 13(11), 1765. <https://doi.org/10.3390/ani13111765>
- Khalil, N., Nur, Y. S., & Andri. (2020). Physical properties, crude nutrient content, and nutritive values of fish meals produced from overflowed fishes for laying quails. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(9), 967–975. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.9.967.975>
- Kokoszyński, D., Żochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Sobczak, M., Piwczyński, D., Stęczny, K., Majrowska, M., & Saleh, M. (2022). Carcass characteristics and selected meat quality traits from commercial broiler chickens of different origin. *Animal Science Journal*, 93(1), e13709. <https://doi.org/10.1111/asj.13709>
- Lukanov, H., & Genchev, A. (2018). Fattening performance and slaughter traits in male Pharaoh Japanese quails. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(3), 476–479.
- Milenia, Y. R., Madyawati, S. P., Achmad, A. B., & Damayanti, R. (2022). Evaluation of production peak of laying hens strain Lohman Brown in CV. Lawu Farm Malang. *Journal of Applied Veterinary Science and Technology*, 3(1), 12–17. <https://doi.org/10.20473/javest.V3.I1.2022.12-17>
- Minvielle, F. (2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500–507. <https://doi.org/10.1079/WPS200433>
- Sari, W., Umami, R., Oktavia, W., Fithri, A., & Rosnizar, R. (2023). Karakteristik morfologi bulu selama perkembangan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Bioleuser*, 7(1), 1–10.
- Sezer, M., & Tarhan, S. (2005). Genetic parameters of external and internal egg quality traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science*, 4(7), 414–416. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.414.416>
- Shibata, Y., & Saito, F. (1990). History of Japanese quail culture and its contribution to world poultry industry. *Japanese Poultry Science*, 27(5), 292–300. <https://doi.org/10.2141/jpsa.27.292>
- Silva, R. D., & Oliveira, J. A. (2020). Relationship among shank length, abdominal fat depth and egg traits in laying quail. *Tropical Animal Health and Production*, 52(8), 3173–3180. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2006). *SNI 01-3924-2006: Ayam ras pedaging (broiler)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Stanquevis, C. E., Furlan, A. C., Marcato, S. M., Oliveira-Bruxel, T. M., Perine, T. P., Finco, E. M., Grecco, E. T., Benites, M. I., & Zancanela, V. T. (2021). Calcium and available phosphorus requirements of Japanese quails in early egg-laying stage.

- Poultry Science*, 100(1), 147–158.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.030>
- Taheri, H., & Abbasi, M. (2016). Effect of different levels of metabolizable energy and crude protein on performance, some blood parameters and carcass characteristics of Japanese quail during finishing period. *Research Journal of Livestock Science*, 29(110), 181–190.
<https://doi.org/10.22092/asj.2016.106531>
- Tamzil, M. H., Hardjosworo, P. S., Sihombing, D. T. H., & Manalu, W. (1999). Pengaruh pembatasan pemberian pakan terhadap penundaan masak kelamin itik lokal yang cenderung masak kelamin dini. *Media Veteriner*, 6(2), 5–9.
- Tamzil, M. H., & Indarsih, B. (2022). Revisit the development of native Indonesian chickens from red jungle fowls (*Gallus gallus bankiva*) to commercial chickens. *WARTAZOA*, 32(1), 15–28.
<https://doi.org/10.14334/wartazoa.v32i1.2585>
- Tamzil, M. H., Indarsih, B., & Syamsuhaidi, S. (2024). Development of Indian runner ducks: Indonesia's original germplasm superior laying duck. *Livestock and Animal Research*, 22(3), 199–209.
<https://doi.org/10.20961/lar.v22i3.67322>
- Tamzil, M. H., Indarsih, B., & Syamsuhaidi, S. (2025). Geese: A valuable genetic resource for meat production. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 8744.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8744>
- Tovar-Ramírez, M. M., Oviedo-Olvera, M. V., Nieto-Ramírez, M. I., Parra-Pacheco, B., Feregrino-Pérez, A. A., & Garcia-Trejo, J. F. (2025). Egg quality and laying performance of Rhode Island Red hens fed with black soldier fly larvae and microalgae meal as an alternative diet. *Animals*, 15(11), 1540.
<https://doi.org/10.3390/ani15111540>
- Tsudzuki, M. (2003). The Japanese quail. In *The relationship between indigenous animals and humans in APEC region* (pp. 91–116). Nippon Institute for Biological Science.
- Wegner, M., Kokoszyński, D., Żochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Włodarczyk, K., Banaszewska, D., & Batkowska, J. (2024). The influence of genotype and sex on carcass composition, meat quality, digestive system morphometry and leg bone dimensions in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Scientific Reports*, 14(1), 19501.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-70496-2>
- Yin, L., Chen, Q., Huang, Q., Wang, X., Zhang, D., Lin, Z., Wang, Y., & Liu, Y. (2023). Physiological role of dietary energy in the sexual maturity: Clues of body size, gonad development, and serum biochemical parameters of Chinese indigenous chicken. *Poultry Science*, 102(12), 103157.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103157>
- Zakari, A., Alabi, O. J., & Aremu, A. (2024). Growth performance of Japanese quails fed diets containing varying dietary levels of protein and energy. *Nigerian Journal of Animal Production*, 51(3), 1432–1436.
<https://doi.org/10.51791/njap.vi.5769>