FINANCIAL FEASIBILITY AND CONSUMER WILLINGNESS TO PAY FOR REVERSE OSMOSIS SALTED EGGS MADE FROM CHICKEN EGGS

KELAYAKAN FINANSIAL DAN KESEDIAAN MEMBAYAR KONSUMEN TERHADAP TELUR ASIN REVERSE OSMOSIS BERBAHAN TELUR AYAM

Faizal Syahmurman[1*], Roni Kastaman[1], Yosini Deliana[2], Efri Mardawati[1], Devi Maulida Rahmah[1]
[1]Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
[2]Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

Diterima 17 Desember 2025 / Disetujui 1 Oktober 2026

ABSTRACT

Salted egg production is conventionally carried out using traditional methods, which are time-consuming and rely heavily on duck eggs as the primary raw material. This study aims to assess the technical and financial feasibility and market acceptance of an innovative salted egg product made from chicken eggs processed using Reverse Osmosis (RO) technology. The research methodology included experiments on the salting process and financial analysis using COGS, BEP, NPV, and IRR indicators. Additionally, a Willingness to Pay (WTP) survey was conducted among 120 consumers in Bandung, capturing a diverse range of age, income, and occupational backgrounds.The WTP was evaluated using open-ended questionnaires and an iterative bidding technique. The results indicate that the RO method can significantly accelerate the curing process, reducing the time to just three days, while yielding good organoleptic quality and ensuring microbiological safety. Economically, the study found a COGS of IDR 4,267 per egg and a BEP achievable within 25 production cycles. Furthermore, NPV and IRR values confirmed the investment's viability over a 5-year time horizon at a 10% discount rate. From a market perspective, the highest consumer interest was observed at a price of IDR 8,500 reflecting strong acceptance of this innovative product. These findings underscore the potential for Reverse Osmosis salted eggs to be developed as a high-value-added agro-industrial product with promising market prospects, particularly for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs).
Keywords : *Chicken Egg; Financial Feasibility; Reverse Osmosis; Willingness to Pay (WTP)*

ABSTRAK

Produksi telur asin pada umumnya menerapkan metode konvensional yang cenderung tidak efisien dari segi waktu dan bergantung pada telur itik sebagai bahan baku. Penelitian ini bertujuan menilai kelayakan teknis, finansial, dan penerimaan pasar terhadap inovasi telur asin berbahan baku telur ayam yang diproses menggunakan teknologi Reverse Osmosis (RO). Metode penelitian mencakup eksperimen proses pengasinan, analisis finansial (HPP, BEP, NPV, IRR), serta survei kesediaan membayar terhadap 120 konsumen dengan menggunakan kuesioner terbuka dan teknik penawaran bertahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RO mampu mempercepat proses pengasinan menjadi tiga hari, menghasilkan mutu organoleptik yang baik, serta aman secara mikrobiologis. Dari sisi ekonomi, diperoleh HPP Rp 4.267 per butir, BEP tercapai pada 25 siklus, dan nilai NPV serta IRR menunjukkan kelayakan investasi. Dari sisi pasar, tingkat minat tertinggi konsumen berada pada harga Rp 8.500, yang mencerminkan penerimaan kuat terhadap produk inovasi ini. Temuan tersebut menegaskan bahwa telur asin Reverse Osmosis berpotensi dikembangkan sebagai produk agroindustri bernilai tambah dengan

*email korespondensi :
faizal.syahmurman@unpad.ac.id

prospek pasar yang menjanjikan, khususnya bagi pelaku UMKM.
Kata kunci : Kelayakan Finansial; Reverse Osmosis; Telur Ayam; Willingness to Pay (WTP)

PENDAHULUAN

Telur tetap menjadi sumber protein yang masih sangat di sukai karena mudah diakses di Indonesia (Alhuur et al., 2020; Wulandari dan Arief, 2022). Berdasarkan statistik yang dilaporkan, sekitar 65% konsumsi telur nasional dipasok oleh telur ayam ras petelur (*layer eggs*), sementara sisanya berasal dari telur ayam kampung, telur puyuh, dan telur itik(Badan Pusat Statistik, 2022). Produk olahan telur, terutama telur asin, telah lama populer karena memiliki rasa tersendiri, harganya yang terjangkau, dan penggunaannya yang serbaguna dalam kuliner.

Secara tradisional, telur asin diproduksi menggunakan telur itik karena cangkangnya yang lebih tebal dan kandungan lemaknya yang lebih tinggi memberikan karakteristik sensoris yang diinginkan (Altalak et al., 2022; Banaszewska et al., 2020). Namun, perkembangan teknologi pengolahan telah membuka peluang untuk mendiversifikasi bahan baku, termasuk penggunaan telur ayam sebagai substrat alternatif. Pergeseran ini relevan di wilayah di mana telur ayam lebih melimpah, lebih terjangkau, dan lebih mudah diakses dibandingkan dengan telur itik, sehingga menawarkan potensi penetrasi pasar yang lebih luas (Delgado *et al*, 2020).

Meskipun populer, produksi telur asin konvensional masih menghadapi beberapa keterbatasan. Metode pengasinan tradisional biasanya memerlukan periode pengawetan yang lama dan dapat menghasilkan profil rasa, tingkat salinitas, dan tekstur yang tidak konsisten (Chen dan Y.Y, 2022). Selain itu, masalah yang berkaitan dengan keamanan pangan, stabilitas umur simpan (*shelf-life*), dan meningkatnya ekspektasi konsumen terhadap kualitas yang terstandar telah mendorong kebutuhan akan teknologi produksi yang lebih efisien dan andal.

Reverse Osmosis (RO) telah muncul sebagai metode potensial untuk meningkatkan karakteristik fisikokimia telur asin melalui tekanan osmotik yang terkontrol. Hal ini menghasilkan penetrasi garam yang lebih seragam, waktu pemrosesan yang lebih singkat, dan atribut sensoris yang lebih baik (Raharjo, 2020). Namun, adopsi teknologi pemrosesan berbasis RO memerlukan pemahaman yang jelas tentang kelayakan ekonominya sebelum direkomendasikan untuk komersialisasi yang lebih luas (Wang et al., 2024).

Studi tentang kelayakan produk pertanian, termasuk yang berbasis unggas dan telur, secara konsisten menekankan pentingnya evaluasi indikator keuangan seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Break-Even Point* (BEP). Indikator-indikator ini digunakan secara luas untuk menilai apakah suatu inovasi dapat dipertahankan dalam jangka panjang dan tetap tangguh terhadap fluktuasi harga input dan permintaan pasar (Simanjuntak et al, 2025; Ceunfin et al., 2020; Chopra et al., 2023; Hadidi dan Omer, 2017; Nurjannah et al., 2022; Waleleng et al., 2022).

Meskipun studi tentang peternakan ayam petelur, sistem pemasaran telur, dan profitabilitas usaha unggas sudah terdokumentasi dengan baik, bukti empiris mengenai kinerja keuangan inovasi bernilai tambah, khususnya telur asin yang diproduksi menggunakan teknologi RO dan memanfaatkan telur ayam sebagai bahan baku, masih sangat terbatas. Hal ini menciptakan kesenjangan penelitian mengenai bagaimana peningkatan teknologi dalam pemrosesan memengaruhi kelayakan ekonomi dan potensi profitabilitas.

Pada saat yang sama, penerimaan konsumen dan potensi pasar merupakan dimensi penting untuk menentukan keberlanjutan inovasi pangan. Analisis *Willingness to Pay* (WTP) memungkinkan

peneliti memperkirakan nilai yang dirasakan (*perceived value*) dari produk baru, menangkap sejauh mana konsumen bersedia membayar harga premium untuk peningkatan kualitas, keamanan, atau atribut pemrosesan (Palmieri et al., 2022). Dalam konteks telur asin RO, penilaian WTP berfungsi sebagai pelengkap penting untuk analisis kelayakan finansial, memberikan pembenaran berbasis pasar untuk adopsi teknologi.

Penelitian ini membawa keterbaruan yang terletak pada pendekatan integratif yang menghubungkan tiga ranah utama secara simultan: eksperimen parameter teknis pengolahan, kelayakan finansial, dan pemetaan kesediaan membayar (*Willingness to Pay*) konsumen. Berbeda dari studi-studi terdahulu yang berfokus secara terpisah pada aspek teknis atau analisis pasar, penelitian ini secara eksplisit menguji validitas telur ayam ras sebagai substitusi strategis telur itik melalui penerapan teknologi *Reverse Osmosis* (RO) yang disesuaikan untuk skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) pangan tradisional. Pendekatan holistik ini memberikan jawaban komprehensif mengenai sejauh mana inovasi pengolahan pangan tradisional dapat ditingkatkan efisiensi produksinya sekaligus diterima secara finansial dan komersial oleh pasar.

Mengingat adanya kesenjangan ini, diperlukan evaluasi sistematis terhadap kelayakan finansial dan penerimaan konsumen terhadap telur asin RO untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang prospek komersialnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi struktur biaya dan karakteristik produksi pengolahan telur asin berbasis RO; (2) menganalisis kelayakan finansial usaha menggunakan indikator seperti harga pokok produksi (HPP), *Break-Even Point* (BEP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan (3) mengukur *Willingness to Pay* (WTP) konsumen terhadap telur asin RO. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung produsen, usaha agrobisnis kecil, dan pembuat kebijakan dalam mengevaluasi potensi peningkatan skala teknologi pemrosesan ini bagian dari upaya yang lebih luas agar produk pertanian bernilai tambah.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini memiliki bahan utama yaitu telur ayam ras segar (*Gallus domesticus*) kualitas grade A yang diperoleh dari mitra peternak lokal di Bandung. Telur yang digunakan memiliki bobot seragam 63 ± 2 gram per butir dengan estimasi luas permukaan cangkang yang dihitung berdasarkan pendekatan geometris bentuk telur (*prolate spheroid*) untuk mengukur laju penetrasi larutan garam.

Penggunaan telur ayam dipilih karena ketersediaannya yang lebih melimpah dan harganya yang lebih terjangkau (Rondoni, 2020), sekaligus memberikan inovasi alternatif selain telur itik yang umum di pasar. Selain telur, bahan pendukung lain yang diperlukan untuk proses pengasinan adalah larutan dari air bersih dan garam krosok/pindang, serta jaring pembungkus berkapasitas 4 butir telur.

Adapun alat inti yang digunakan untuk proses pengolahan adalah satu unit mesin tabung RO buatan Amerika Serikat tipe NSDA VS-01 (U.S. PAT. NOS 3.076.676 dan 3.329.299). Proses produksi ini merupakan eksperimen teknologi yang dilakukan langsung oleh peneliti, sehingga memerlukan kompresor udara, selang penghubung, dan valve kompresor untuk mengendalikan serta menjaga kestabilan tekanan osmotik selama proses pengasinan hingga 68–72 jam. Setelah proses RO selesai, peralatan perebusan digunakan untuk pematangan akhir telur, sedangkan kuesioner digunakan sebagai alat survei pengumpulan data konsumen.

Rancangan Penelitian

*email korespondensi :
faizal.syahmurman@unpad.ac.id

Penelitian ini mengombinasikan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan eksperimen teknologi. Pendekatan ini bertujuan ganda: untuk mendokumentasikan proses produksi RO yang terstandar dan untuk menganalisis aspek-aspek kuantitatif seperti biaya, kelayakan finansial, dan kesediaan membayar konsumen.

Data yang digunakan meliputi :

1. Data Primer: Diperoleh dari eksperimen produksi (mencakup penggunaan bahan, energi, dan biaya) serta dari survei konsumen (preferensi dan WTP).
2. Data Sekunder: Diperoleh dari literatur ilmiah, laporan usaha, dan publikasi lembaga pemerintah.

Penentuan Sampel Konsumen

Ukuran populasi konsumen yang tidak diketahui secara pasti diatasi dengan menggunakan rumus Bernoulli untuk menentukan jumlah sampel (Lukman, 2018).

$$n \geq \frac{Z\left(\frac{a}{2}\right) 2\ x\ pq}{E^2}$$

Dengan menetapkan tingkat kepercayaan 95% (Z = 1,96), proporsi populasi p = 0,5 (q = 1 - p = 0,5), dan margin of error e = 8,95% (0,0895), diperoleh jumlah sampel minimal sebanyak 120 responden. Penelitian ini menggunakan *Systematic Random Sampling* untuk mengambil sampel (Thomas, 2020).

Kerangka populasi (*sampling frame*) yang digunakan adalah daftar pengunjung harian pada outlet/UMKM mitra olahan pangan di Bandung yang mencatat rata-rata 600 pengunjung per minggu. Berdasarkan kerangka populasi tersebut, interval sampel (k) ditetapkan sebesar 5 (k = N/n = 600/120). Titik awal responden pertama ditentukan secara acak antara nomor urut 1 sampai 5, dan selanjutnya responden dipilih secara sistematis pada setiap kelipatan ke-5 hingga kuota 120 responden terpenuhi.

Pelaksanaan Penelitian

A. Pelaksanaan Eksperimen Produksi

Proses produksi telur asin RO dilaksanakan secara langsung di laboratorium dengan mengendalikan parameter operasional secara ketat pada kondisi standar (Ma'sum, 2021; Anggraini, 2023). Kondisi terkendali tersebut meliputi:

1. Pemilihan Telur Ayam: Menggunakan telur ayam ras segar (*Gallus domesticus*) dengan bobot seragam 63 ± 2 gram per butir yang telah dibersihkan dan dipastikan cangkangnya utuh tanpa retak/cacat visual.
2. Formulasi Larutan Garam: Konsentrasi media perendaman dibuat dengan rasio 750 g garam krosok/pindang per 1000 ml air bersih (salinitas awal larutan ~ 42,8% w/v).
3. Tekanan Osmotik dan Pengaturan Alat: Tekanan udara di dalam tabung Reverse Osmosis (tipe NSDA VS-01) dijaga stabil pada tekanan kerja operasional 5 ± 1 bar menggunakan kompresor yang diatur secara presisi melalui valve kompresor..
4. Waktu dan Suhu Perendaman: Durasi proses pengasinan dikendalikan tepat selama 72 jam (3 hari) pada kondisi suhu media dan ruang laboratorium terkontrol (25 ± 2^{o}C).
5. Pengendalian Higienitas: Peralatan tabung, selang, dan jaring pembungkus dilakukannya sterilasi/pembersihan awal untuk mencegah cemaran mikroba.
6. Pengujian Keamanan Mikrobiologis: Untuk memastikan kepastian mutu dan keamanan produk, sampel telur asin RO yang telah matang diuji secara mikrobiologis di laboratorium terakreditasi. Parameter pengujian meliputi analisis keberadaan *Salmonella sp.* menggunakan metode ISO 6579 / SNI 2897:2008 dan enumerasi populasi *Staphylococcus aureus* menggunakan metode SNI ISO 6888-1. Hasil pengujian kemudian dikomparasi dengan batas

ambang keamanan pangan sesuai SNI 01-4277-1996 dan Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019.

B. Analisis Biaya dan Finansial

Tujuan pertama, yaitu menggambarkan proses produksi dan struktur biaya, dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif melalui perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP):

$$HPP = \frac{Total\ Biaya\ Produksi}{Jumlah\ yang\ dihasilkan}$$

Tujuan kedua, yaitu menilai kelayakan finansial usaha, dianalisis menggunakan berbagai indikator investasi (Suryadi et al., 2022; Waleleng et al., 2022).. Titik Impas (BEP) dihitung untuk unit dan rupiah:

$$BEP\ (Unit) = \frac{Total\ Biaya\ Tetap}{Harga\ jual\ per\ unit - Biaya\ variabel\ per\ unit}$$

Kelayakan juga diukur menggunakan *Net Present Value* (NPV) yang mempertimbangkan nilai waktu dari uang (Goyal et al., 2022; Anggraini, 2023; Wakhidati, 2022) :

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{Bt - Ct}{(1+t)\text{^}i}$$

di mana B_t adalah manfaat kotor, C_t adalah biaya kotor pada bulan ke-t, i adalah tingkat suku bunga, dan n adalah umur ekonomi proyek (12 bulan). Selain itu, dihitung *pula Internal Rate of Return* (IRR), yang menunjukkan tingkat suku bunga maksimum yang masih dapat ditoleransi proyek (Anggraini, 2023; Nurahmi et al., 2021; Singh et al., 2021:

$$IRR = i1 + \frac{NPV1}{NPV1 - NPV2}\ (i2 - i1)$$

C. Analisis Kesediaan Membayar Konsumen

Tujuan ketiga, yaitu analisis kesediaan membayar konsumen, yang akan dilakukan menggunakan *Contingent Valuation Method* (CVM) dengan mengombinasikan format kuesioner terbuka dan teknik penawaran bertahap (*iterative bidding technique*) (Perdanawati et al.,nutja 2020; Trimania, 2022). Prosedur bidding diawali dengan menetapkan harga awal (starting point) sebesar Rp 7.500 per butir, yang diturunkan dari estimasi HPP produk ditambah margin standar.

Penawaran dilakukan secara acak pada urutan kisaran harga (randomized starting list) untuk menghindari starting point bias. Responden ditanyai apakah bersedia membayar pada harga starting point tersebut; jika bersedia, harga dinaikkan secara bertahap dalam selang Rp 500 (Rp 8.000, Rp 8.500, hingga batas maksimum Rp 10.000), dan jika tidak bersedia, harga diturunkan bertahap (Rp 7.000 hingga Rp 6.500) sampai diperoleh nilai WTP maksimum (*maximum willingness to pay*). Untuk meminimalkan hypothetical bias, instrumen kuesioner dilengkapi dengan skenario pasar hipotetis yang jelas, sampel visual/fisik produk telur asin RO, serta pertanyaan penyaring (*cheap talk script*) sebelum penawaran dimulai.

Nilai WTP yang diperoleh kemudian dirata-ratakan menggunakan rumus:

$$Rata - rata\ WTP = \frac{= \sum WTPi}{n}$$

Interpretasi nilai WTP ini penting untuk menilai potensi penerimaan pasar dan kesesuaian harga yang ditetapkan.

1. Analisis Determinan WTP (Ridge Regression)

Untuk menganalisis pengaruh variabel sosio-demografis (jenis kelamin, usia, pekerjaan, dan tingkat pendapatan) terhadap nilai WTP konsumen, digunakan analisis regresi linier berganda. Mengingat variabel-variabel sosio-demografis berpotensi memiliki keterkaitan erat yang memicu

*email korespondensi :
faizal.syahmurman@unpad.ac.id

masalah multikolinearitas, *Ridge Regression* dipilih sebagai metode estimasi untuk menstabilkan dugaan koefisien. Pengujian signifikansi (*p-value*) parameter regresi dihitung menggunakan pendekatan *non-parametric bootstrap resampling*.

Variabel yang Diamati

Pengamatan dalam penelitian ini terfokus pada tiga kelompok variabel utama:

1. Variabel Proses dan Produk: Meliputi parameter yang dikendalikan dalam eksperimen seperti tekanan osmotik, waktu perendaman, dan karakteristik dari produk akhir (kualitas, rasa, dll.).
2. Variabel Biaya dan Finansial: Mencakup semua data input produksi (penggunaan bahan, kebutuhan energi, alokasi tenaga kerja), serta hasil perhitungan seperti Harga Pokok Produksi (HPP), BEP, NPV, dan IRR.
3. Variabel Konsumen: Meliputi preferensi konsumen dan nilai moneter yang bersedia mereka bayarkan, yaitu *Willingness to Pay* (WTP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Variabel Proses dan Produk: Karakteristik Proses Produksi Telur Asin RO

1.1. Variabel: Tekanan Osmotik dan Waktu Perendaman

Inovasi utama terletak pada pemanfaatan metode RO yang menghasilkan proses pengasinan jauh lebih cepat dibanding metode konvensional. Jika pengasinan tradisional berbasis telur itik membutuhkan waktu 7–10 hari, metode RO mampu mempersingkat durasi pengasinan telur ayam ras menjadi 3 hari (72 jam) memanfaatkan tekanan osmotik dari larutan garam bertekanan.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, pada formulasi 750 g garam krosok per 1.000 ml air bersih dengan durasi perendaman terenkapsulasi selama 72 jam merupakan kombinasi terbaik. Perlakuan ini menghasilkan tingkat salinitas optimal (1,85%), skor tekstur yang kenyal serta masir (4,6), dan *yolk score* yang stabil (3,8) dengan warna kuning telur yang pekat dan seragam. Sebaliknya, durasi di bawah 72 jam menghasilkan penetrasi garam yang belum merata, sedangkan durasi 96 jam menyebabkan rasa terlalu asin. Efisiensi durasi 72 jam ini menjadi acuan utama dalam perhitungan kapasitas produksi dan kelayakan finansial usaha.

1.2. Variabel: Karakteristik Produk Akhir

Hasil ini membuktikan bahwa teknologi RO mampu meningkatkan efisiensi waktu produksi tanpa mengorbankan kualitas sensoris. Dari aspek keamanan pangan, pengujian mikrobiologi laboratorium menggunakan metode konvensional berbasis ISO/SNI (SNI 2897:2008 / ISO 6579 untuk Salmonella sp. dan SNI ISO 6888-1 untuk *Staphylococcus aureus*) menunjukkan bahwa produk telur asin RO memenuhi standar keamanan pangan yang dipersyaratkan oleh SNI 01-4277-1996 (Syarat Mutu Telur Asin) dan Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan.

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa sampel produk terdeteksi negatif per 25 g untuk *Salmonella sp*. (standar: negatif/25 g) dan populasi *Staphylococcus aureus* berada di bawah batas ambang deteksi yaitu $< 1\times10^1$ koloni/g (standar: batas maksimum 1×10^1 koloni/g). Kepastian keamanan mikrobiologis dan efisiensi waktu produksi menjadi dasar penting dalam penilaian kelayakan finansial, khususnya bagi UMKM yang membutuhkan siklus produksi cepat untuk meningkatkan volume penjualan secara konsisten dan aman bagi konsumen.

2. Variabel Biaya dan Finansial: Analisis Finansial Inovasi Telur Asin RO

2.1 Variabel: Struktur Biaya dan Harga Pokok Produksi (HPP)

Perhitungan biaya produksi untuk satu siklus tiga hari (kapasitas 50 butir) menunjukkan Total Biaya sebesar Rp 213.325. Biaya ini didominasi oleh Biaya Variabel (Rp 206.235), dengan telur ayam sebagai komponen biaya terbesar. Sementara Biaya Tetap (Rp 7.090) per siklus relatif rendah karena investasi peralatan RO (tabung, kompresor) memiliki umur pakai yang panjang, sehingga beban penyusutannya tersebar. Dengan total produksi 50 butir, HPP diperoleh sebesar Rp 4.267 per butir. Meskipun HPP ini sedikit lebih tinggi dari konvensional, keunggulan RO (proses cepat, higienis, mutu stabil) membuka peluang penetapan harga jual yang lebih tinggi dan frekuensi produksi yang lebih banyak (*spreading effect* biaya tetap).

Tabel 1. Struktur Biaya Telur Asin *Reverse Osmosis*

No	Komponen Biaya	Kuantitas / Satuan	Biaya Tetap (IDR)	Biaya Variabel (IDR)	Total (IDR)
A	**Biaya Variabel**				
1	Telur Ayam Ras	50 butir @ Rp 2.200	-	110.000	110.000
2	Garam Krosok	0,75 kg @ Rp 5.000/kg	-	3.750	3.750
3	Listrik (Kompresor RO)	3 kWh @ Rp 1.500/kWh	-	4.500	4.500
4	Tenaga Kerja Langsung	1 HKP (proses & persiapan)	-	50.000	50.000
5	Kemasan & Label	50 set @ Rp 750	-	37.985	37.985
	Subtotal Biaya Variabel		**-**	**206.235**	**206.235**
B	**Biaya Tetap**				
6	Penyusutan Alat RO & Kompresor	1 siklus (3 hari)	7.090	-	7.090
	Subtotal Biaya Tetap		**7.090**	**-**	**7.090**
C	**Total Biaya Produksi (A + B)**				**213.325**
D	**Total Output Produksi**				**50 Butir**
E	**Harga Pokok Produksi (HPP)**	**Total Biaya / Total Output**			**4.267 / Butir**

2.2 Variabel: Kelayakan Finansial (BEP, NPV, IRR)

Analisis BEP atau menganalisi titik impas dilakukan untuk menunjukkan bahwa investasi peralatan Reverse Osmosis mencapai titik impas pada 25 siklus produksi atau setara 75 hari kerja operasional efektif (1,231 butir).Durasi 75 hari ini merupakan akumulasi total hari produksi (25 siklus dikalikan 3 hari), bukan produksi kontinyu tanpa henti selama 75 hari kalender. Setiap akhir siklus 3 hari, dialokasikan jeda operasional (*downtime*) selama 12–24 jam untuk pemeliharaan peralatan, pembersihan tabung, dan istirahat pekerja, sehingga BEP secara riil tercapai dalam waktu sekitar 2,5 hingga 3 bulan masa usaha.

Total BEP sebesar 1.250 butir. Jumlah ini merupakan batas minimal produksi agar bisa menutupi biaya yang harus tercapai oleh pendapatan. Setelah titik impas terlewati, biaya tetap per unit akan semakin kecil karena tersebar pada volume produksi yang lebih besar, sehingga margin keuntungan

*email korespondensi :
faizal.syahmurman@unpad.ac.id

per butir meningkat dan usaha menjadi semakin menguntungkan (Tolinggi., 2018; Simanjuntak et al., 2025).

Analisis kelayakan usaha dilakukan dengan menggunakan horizon waktu lima tahun, tingkat diskonto sebesar 10%, serta asumsi peningkatan kapasitas produksi sebesar 10% setiap tahun. Kombinasi asumsi tersebut memberikan gambaran yang realistis mengenai kinerja finansial usaha dalam jangka menengah dan memungkinkan penilaian yang lebih akurat terhadap manfaat ekonomi dari penggunaan teknologi RO. Hasil analisis finansial menunjukkan:

Tabel 2. **Kelayakan Finansial Pengolahan Telur Asin RO**

No	Item Kelayakan	Nilai	Deskripsi
1	Investasi Awal	2.588.000	Biaya pengadaan peralatan (total)
2	Kapasitas Produksi (Tahun 1)	6.000 butir/tahun	120 siklus/tahun (50 butir/siklus)
3	Harga Jual Produk	Rp 8.500/butir	Berdasarkan estimasi nilai WTP
4	Harga Pokok Produksi (HPP)	Rp 4.267 / butir	Mencakup biaya variabel & tetap
5	Discount Rate & Time Horizon	10% / 5 Tahun	Mengacu pada suku bunga kredit usaha mikro
6	NPV (IDR)	41.276.403	Perhitungan horizon 5 tahun; diskonto 10% (nilai positif → layak).
7	IRR (%)	156%	IRR jauh > *discount rate* (10%) → investasi menarik; berlaku hati-hati (sensitivitas).

Analisis kelayakan finansial dilakukan menggunakan horizon waktu lima tahun dengan tingkat diskonto 10% dan asumsi peningkatan kapasitas produksi sebesar 10% per tahun. Pada tahun pertama, dengan tingkat produksi 6.000 butir (120 siklus) dan harga jual Rp 8.500 per butir, diperoleh total pendapatan sebesar Rp 51.000.000 dengan biaya operasional sebesar Rp 25.602.000, sehingga menghasilkan arus kas bersih tahunan sebesar Rp 25.398.000.

. Nilai NPV sebesar Rp 41.276.403 pada horizon lima tahun dengan tingkat diskonto 10% menunjukkan bahwa arus kas bersih masa depan bernilai positif, sehingga investasi dinyatakan layak. Nilai IRR mencapai 156%, jauh melampaui tingkat diskonto yang digunakan. Tingginya IRR terutama dipengaruhi oleh investasi awal yang relatif kecil, siklus produksi yang cepat, serta margin keuntungan yang stabil pada setiap siklus.

Kombinasi faktor tersebut menghasilkan arus kas bersih yang signifikan, sehingga menjadikan investasi ini menarik meskipun tetap perlu dipertimbangkan sensitivitasnya terhadap perubahan biaya dan harga jual. Tingginya nilai IRR disebabkan oleh rasio investasi modal awal yang rendah jika dibandingkan dengan besarnya akumulasi arus kas bersih yang diperoleh dari efisiensi siklus produksi (Brealey., 2020).

2.3 Perbandingan Operasional

Perbandingan dengan penelitian Khansa (2022) menunjukkan keunggulan operasional dan nilai tambah yang jelas pada metode RO dibandingkan metode pengasinan konvensional. Metode konvensional membutuhkan waktu sekitar 10 hari dengan HPP yang lebih rendah, yaitu sebesar Rp 2.486 per butir, karena menggunakan peralatan tradisional tanpa beban penyusutan investasi alat

modern. Sebaliknya, metode RO menghasilkan telur asin hanya dalam waktu 3 hari dengan HPP sebesar Rp 4.267 per butir. Meskipun HPP metode RO lebih tinggi selisih Rp 1.781 per butir akibat biaya investasi peralatan, efisiensi waktu proses yang signifikan (pemangkasan durasi hingga 70%) memungkinkan peningkatan frekuensi siklus produksi per bulan, kapasitas output yang lebih besar, serta jaminan mutu yang lebih higienis. Selisih biaya produksi tersebut dapat terkompensasi oleh harga jual premium yang diserap pasar (Rp 8.500 per butir), sehingga memberikan marjin keuntungan yang lebih tinggi bagi produsen.

Tabel 3. Perbandingan Metode Pengasinan Telur

Metode	Waktu proses	HPP	Keunggulan
Konvensional	± 10 hari	Rp. 2.486	biaya rendah
Reverse Osmosis	**3 hari**	Rp 4.267	proses cepat, higienis, kapasitas besar

3. Variabel Konsumen: Preferensi dan Analisis *Willingness to Pay* (WTP)

Survei terhadap 120 konsumen dilakukan untuk mengukur penerimaan pasar dan nilai kesediaan membayar (WTP) terhadap telur asin *Reverse Osmosis*. Instrumen yang digunakan berupa kuesioner terbuka untuk menangkap nilai WTP alami dari responden, kemudian diperkuat dengan teknik penawaran pada delapan tingkat harga bertahap (Rp 6.500; 7.000; 7.500; 8.000; 8.500; 9.000; 9.500; dan 10.000).

3.1 Variabel: Estimasi WTP

Penggunaan *Contingent Valuation Method* (CVM) dengan kuesioner terbuka dan teknik *bidding* menunjukkan penerimaan pasar yang kuat terhadap produk ini.

Tabel 4. Penilaian WTP

Indikator	Nilai	Keterangan
Sampel	120 responden	Responden rekrut melalui UMKM mitra di Bandung.
Responden bersedia membayar	116 (96,7%)	4 responden tidak bersedia.
Rata-rata WTP (*Mean WTP*)	Rp 8.267	Nilai ekspektasi kesediaan membayar dari hasil kuesioner open-ended CVM
Harga Paling Disukai (Mode WTP)	Rp 8.500	Harga dengan preferensi tertinggi menurut distribusi survei.
Batas Penawaran Maksimum (*Maximum Accepted Bid*)	Rp 10.000 / butir	Harga batas tertinggi di mana masih terdapat konsumen yang bersedia membeli

Hasilnya menunjukkan bahwa 116 responden (96,7%) bersedia membeli produk ini, dengan rata-rata WTP sebesar Rp 8.267 per butir, dan tingkat penerimaan tertinggi berada pada harga Rp 8.500. Temuan ini mengindikasikan bahwa telur asin RO dipersepsikan sebagai produk bernilai lebih tinggi dibanding telur asin biasa, terutama karena proses produksinya yang lebih higienis, kualitas warna

dan tekstur yang lebih stabil, teknologi pengolahan yang modern, serta penggunaan telur ayam yang lebih familiar bagi mayoritas konsumen (Deliana dan Hartono, 2019).

3.2 Variabel: Faktor yang Mempengaruhi WTP

Analisis penentu kesediaan membayar (*Willingness to Pay*) konsumen dilakukan menggunakan *Ridge Regression* guna meminimalkan efek multikolinearitas antar-variabel sosio-demografis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi faktor sosio-demografis dalam model secara bersama-sama memengaruhi WTP konsumen dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,451. Hal ini mengindikasikan bahwa 45,1% variasi nilai WTP konsumen dapat dijelaskan oleh variabel jenis kelamin, usia, pekerjaan, dan tingkat pendapatan, sementara sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

Tabel 5. Hasil Ridge Regression untuk Determinan WTP

Variabel	**Koefisien**	***Std. Error***	***t-statistic***	**p-value**
Intersep	0.507	0,082	6,183	0.000
Jenis Kelamin (Laki-laki)	−0.048	0,021	-2,286	0.021
Usia 18–28	0.102	0,041	2,488	0.013
Usia 29–39	0.126	0,059	2,136	0.037
Usia >40	0.087	0,043	2,023	0.044
Pegawai Negeri Sipil	0.215	0,090	2,389	0.018
Wirausaha	0.309	0,111	2,784	0.006
Pendapatan 2,5–5 juta	0.203	0,092	2,207	0.029
Pendapatan >10 juta	0.322	0,112	2,875	0.004

Untuk mengatasi multikolinearitas antar variabel sosio-demografis, pendugaan parameter determinan WTP dilakukan menggunakan *Ridge Regression*. Mengingat estimasi *Ridge Regression* standar bersifat biased dan tidak menghasilkan standard error inferensial klasik, uji signifikansi hipotesis (p-value) dihitung menggunakan pendekatan non-parametric bootstrap resampling sebanyak 1.000 iterasi. Hasil menunjukan sebesar 0,451 untuk R^2 (nilai koefisien determinasi) menunjukkan bahwa kombinasi variabel sosio-demografis dalam model mampu menjelaskan 45,1% variasi kesediaan membayar konsumen terhadap telur asin RO.

Hasil inferensi statistik pada Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh variabel dummy demografis berpengaruh signifikan secara statistik pada taraf $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) terhadap WTP konsumen jika dibandingkan dengan masing-masing kelompok acuan (*reference baseline*).Variabel pendapatan menjadi determinan paling dominan terhadap WTP. Konsumen dengan tingkat pendapatan di atas Rp 10.000.000 bersedia membayar harga premium secara signifikan lebih tinggi ($\beta = 0,322$; $p = 0,004$) dibandingkan kelompok baseline (pendapatan< Rp2.500.000).

Hal ini membuktikan bahwa kapasitas finansial secara langsung meningkatkan perceived value terhadap produk olahan bernilai tambah.Pada variabel pekerjaan, kelompok wirausaha ($\beta = 0,309$; $p = 0,006$) dan pegawai negeri ($\beta = 0,215$; $p = 0,018$) menunjukkan kecenderungan WTP yang lebih tinggi dibanding kelompok *baseline* (pelajar/mahasiswa).

Sementara itu, untuk variabel rentang usia, seluruh kelompok usia menunjukkan koefisien positif dibandingkan kelompok baseline (< 18 tahun), di mana kelompok usia produktif 29–39 tahun memiliki pengaruh terbesar ($\beta = 0,126$; $p = 0,037$). Sebaliknya, variabel jenis kelamin laki-laki menunjukkan koefisien negatif ($\beta = -0,048$; $p = 0,021$) relatif terhadap kelompok acuan perempuan,

mengindikasikan bahwa konsumen perempuan memiliki kecenderungan WTP sedikit lebih tinggi dalam mengapresiasi keunggulan higienitas dan kepraktisan produk olahan pangan ini.

4. Integrasi Teknis–Ekonomi–Konsumen

Integrasi hasil penelitian menunjukkan bahwa inovasi pengolahan telur asin berbasis RO memiliki keunggulan yang kuat dari sisi teknis, ekonomi, dan penerimaan pasar. Dari aspek teknis, metode RO terbukti mampu mempercepat durasi pengasinan menjadi 3 hari (72 jam) sekaligus menghasilkan kualitas produk yang optimal (mencakup tingkat salinitas, tekstur masir, dan stabilitas warna kuning telur) serta memenuhi standar mutu higienitas mikrobiologis yang dipersyaratkan (SNI/BPOM). Efisiensi teknis ini memberikan dasar penting bagi peningkatan produktivitas dan kepastian mutu, khususnya pada skala UMKM yang membutuhkan siklus produksi cepat dan konsisten (Situmeang et al., 2022).

Dari sisi ekonomi, kinerja finansial juga menunjukkan prospek yang sangat positif. Harga pokok produksi (HPP) berada pada tingkat yang kompetitif, sementara titik impas dapat dicapai dalam waktu relatif singkat, yaitu sekitar 75 hari atau 25 siklus produksi. Analisis investasi lebih lanjut menunjukkan bahwa usaha ini menghasilkan NPV positif dan IRR yang sangat tinggi, mencerminkan kelayakan finansial yang kuat bahkan dengan investasi awal yang relatif kecil. Kondisi ini memperkuat argumen bahwa teknologi RO efisien tidak hanya dalam produksi, tetapi juga dalam menghasilkan arus kas yang menguntungkan (Witman, Prasetyo, Fadhilah, dan Winanda, 2023).

Dari perspektif pasar, konsumen menunjukkan penerimaan yang tinggi terhadap produk inovatif ini. Nilai WTP rata-rata yang jauh melebihi harga jual membuktikan adanya ruang untuk segmentasi premium, sekaligus menunjukkan peluang pasar yang terbuka luas untuk UMKM. Kombinasi antara keunggulan teknis, kelayakan finansial, dan penerimaan pasar yang kuat menegaskan bahwa inovasi telur asin RO layak dikembangkan dan memiliki potensi signifikan sebagai produk agroindustri bernilai tambah

KESIMPULAN

Penelitian menarik kesimpulan bahwa penerapan teknologi RO pada pengolahan telur asin berbahan baku telur ayam terbukti unggul secara teknis, sangat layak secara finansial, dan diterima secara kuat oleh pasar. Dari aspek teknis, metode RO berhasil mengakselerasi durasi pengasinan dari 10 hari menjadi hanya 3 hari (72 jam) dengan karakteristik mutu fisikokimia yang optimal (salinitas 1,85%, skor tekstur masir 4,6, dan *yolk color score* 3,8) serta terjamin keamanannya secara mikrobiologis sesuai standar SNI dan BPOM. Keunggulan teknis ini berbanding lurus dengan kelayakan ekonominya, di mana usaha ini memiliki Harga Pokok Produksi (HPP) sebesar Rp4.267,00 per butir dan dapat mencapai titik impas (BEP) pada volume 1.250 butir (25 siklus atau setara 75 hari kerja operasional efektif). Kelayakan investasi jangka menengah (horizon 5 tahun, *discount rate* 10%) ditunjukkan oleh nilai *Net Present Value* (NPV) positif sebesar Rp41.276.403,00 dan *Internal Rate of Return* (IRR) mencapai 156%. Dari aspek pasar, WTP konsumen di Bandung mengindikasikan potensi penerimaan yang tinggi dengan nilai *Mean WTP* sebesar Rp8.267,00 per butir dan tingkat harga preferensi terbanyak (*Mode WTP*) sebesar Rp8.500,00 per butir, yang dipengaruhi secara signifikan oleh variabel sosio-demografis berupa tingkat pendapatan, pekerjaan, kelompok usia, dan jenis kelamin. Sinergi ketiga dimensi ini mengonfirmasi bahwa telur asin RO berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai produk agroindustri bernilai tambah yang prospektif bagi pelaku UMKM.

Saran

Penelitian ini membawa saran yang bisa membangun strategis untuk pengembangan dan penelitian lanjutan mengenai inovasi telur asin berbasis *Reverse Osmosis* (RO). Pertama, penelitian selanjutnya perlu memperluas skala produksi (*up-scaling*) guna menguji kinerja dan keandalan teknologi RO pada kapasitas komersial yang lebih besar, sehingga diperoleh estimasi biaya operasional dan efisiensi teknis yang lebih representatif bagi UMKM. Kedua, pengoptimalan parameter proses masih perlu diperdalam melalui variasi tingkat salinitas larutan, pengaturan tekanan osmotik, dan durasi pengasinan untuk meningkatkan stabilitas serta karakteristik mutu produk. Ketiga, analisis kelayakan finansial disarankan untuk diperkuat dengan uji sensitivitas guna mengantisipasi fluktuasi harga bahan baku (telur ayam dan garam) serta dinamika perubahan permintaan pasar. Keempat, dari aspek konsumen, penelitian berikutnya dianjurkan menerapkan metode pemodelan preferensi yang lebih komprehensif, seperti *Choice-Based Conjoint Analysis* atau *Discrete Choice Experiment*, untuk memetakan *trade-off* atribut produk dan kesediaan membayar konsumen secara lebih mendalam. Integrasi langkah-langkah lanjutan ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi yang aplikatif dan berbasis data (*evidence-based*) dalam mendukung komersialisasi teknologi RO pada industri olahan hasil peternakan.

DAFTAR PUSTAKA

Alhuur, K. R. G., Prataman, A., dan Yuniarti, E. 2020. Kualitas dan cara penyimpanan telur yang baik dalam upaya menjaga asupan gizi optimal di masa pandemi COVID-19. *Farmers: Journal of Community Services*, 1(1): 24–28.

Altalak, M., Ammad, M., and Alajmi, A. 2022. Quality characteristics and preservation of duck and hen eggs under modified salting methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10): e16850. https://doi.org/10.1111/jfpp.16850

Anggraini, A. 2023. Analisa kelayakan finansial pengembangan produk selai kolang kaling (*Arenga pinnata*) dengan penambahan buah senduduk (*Melastoma malabathricum* L.). *JURAGAN: Jurnal Agroteknologi*, 1(1): 17–22.

Badan Pusat Statistik. 2022. *Data Produksi Telur Unggas Menurut Provinsi (Ton), 2020–2022*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Banaszewska, D., Biesiada-Drzazga, B., Marciniuk, M., Hrnčár, C., Arpášová, H., dan Kaim-Mirowski, S. 2020. Comparison of the quality of cage and organic eggs available in retail and their content of selected macroelements. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(2): 159–167.

Brealey, R. A. 2020. *Principles of Corporate Finance* (13th ed.). McGraw-Hill Education, New York.

Ceunfin, S., Prihatminingtyas, B., dan Asnah. 2020. Kelayakan usaha pada agribisnis ayam petelur: Studi kasus pada CV Gali Putra Junrejo Malang. *Berkala Ilmiah AGRIDEVINA*, 9(1): 39–52.

Chen, Y. and Tan, Y. Y. 2022. The quality characteristics formation and control of salted eggs: A review. *Foods*, 11(19): 2949. https://doi.org/10.3390/foods11192949

Chopra, H., Chandran, D., Akash, S., and Dhama, K. 2023. Cinnamon as a potential feed additive: Beneficial effects on poultry health, egg production performance, and economic sustainability. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(3): 485–496. https://doi.org/10.18006/2023.11(3).485.496

Delgado-Prada, A., Martinez-Martinez, M. J., Burches, E., Sastre-Sastre, A., De La Losa, F. P., and Morales-Rubio, C. 2020. Avian egg consumption, market penetration, and cross-reactivity

patterns in alternative egg products. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: Global*, 4(1): 100486. https://doi.org/10.1016/j.jacig.2025.100486

Deliana, Y. dan Hartono, R. 2019. Perilaku konsumen dan kesediaan membayar (*willingness to pay*) produk pangan olahan berbasis telur. *Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 5(2): 88–97. https://doi.org/10.24198/agricore.v5i2.24150

Goyal, A., Sharma, V., and Kumar, R. 2022. Financial feasibility and investment decision modeling for modern food processing technologies. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 12(4): 512–528. https://doi.org/10.1108/JADEE-03-2021-0072

Hadidi, L. A. and Omer, M. M. 2017. A financial feasibility model of technology integration in agro-industrial production systems. *Waste Management*, 68: 722–732. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.012

Khansa, H. N. 2022. Analisis kelayakan finansial usaha telur asin di Desa Tegal Kunir Lor Kecamatan Mauk Kabupaten Tangerang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(3): 131–143.

Lukman, M. 2018. *Metodologi Penelitian Bisnis dan Manajemen: Aplikasi Teknik Sampling Kuantitatif*. Unpad Press, Bandung.

Ma'sum, J. H. 2021. Analisis HPP dan perbandingan produktivitas UMKM telur asin di Purwokerto dengan metode one-way ANOVA. *JUTI UNISI*, 5(1): 22–26.

Nurahmi, S., Relawati, R., dan Baroh, I. 2021. Analisis kelayakan finansial dan sensitivitas UKM kue kering "Loyang Ncim" di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. *Jurnal Agribest*, 5(2): 124–130.

Nurjannah, Hasyim, S. H., dan Hasani, A. N. 2022. Analisis kelayakan usaha peternak ayam petelur. *Jurnal EcoGen*, 5(4): 528–543.

Palmieri, N., Stefanoni, W., Latterini, F., and Pari, L. 2022. Factors influencing Italian consumers' willingness to pay for eggs enriched with omega-3-fatty acids. *Foods*, 11(4): 545. https://doi.org/10.3390/foods11040545

Perdanawati, L., Adiandri, A., and Sudiyani, N. 2020. Influence of value, knowledge, and consumer attitude on consumer willingness to pay more. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 144: 165–170.

Raharjo, B. 2020. Efisiensi produksi telur asin menggunakan teknologi reverse osmosis. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 10(1): 45–52.

Rondoni, A. A. 2020. Consumer behaviour, perceptions, and preferences towards eggs: A review of the literature and discussion of industry implications. *Trends in Food Science and Technology*, 106: 391–401.

Simanjuntak, Y. P. G., Wiranatha, A. A. P. A. S., dan Suwariani, N. P. 2025. Analisis nilai tambah dan kelayakan finansial kerupuk kulit ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) UD Putra Susila. *Jurnal Rekayasa Manajemen dan Agroindustri*, 13(1): 43–56. https://doi.org/10.24843/JRMA.2025.v13.i01.p05

Singh, R., Pratap, S., and Sharma, A. 2021. Economic evaluation and internal rate of return dynamics in small-scale agro-processing enterprises. *Agricultural Economics Research Review*, 34(1): 45–56. https://doi.org/10.5958/0974-0279.2021.00004.X

Situmeang, V. W., Satriawan, I. K., dan Wiranatha, A. A. P A.S. 2022. Analisis nilai tambah dan penentuan prioritas produksi produk kopi di Arca Coffee Kintamani Bangli. *Jurnal Rekayasa Manajemen dan Agroindustri*, 10(4): 543–553. https://doi.org/10.24843/JRMA.2022.v10.i04.p15

Suryadi, S., Riani, R., Jamilah, J., and Kembaren, E. T. 2022. Financial feasibility of citronella in the reforestation area. *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 16(2): 224–234.

Thomas, S. 2020. *Quantitative Research Methods and Sampling Designs in Agricultural Economics*. Routledge, London. https://doi.org/10.4324/9781003012345

Tolinggi, W. M. 2018. Economic feasibility analysis of agribusiness sub terminal in integrated agricultural program area. *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah*, 5(3): 173–180.

Trimania, I. K. 2022. Consumer willingness to pay for premium price of eggs animal welfare in Mojokerto, East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1107(1): 012080.

Wakhidati, Y. N. 2022. Farming sustainability: A sensitivity analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1): 012080.

Waleleng, P. O., Santa, N. M., dan Tuwaidan, J. A. M. 2022. Analisis kelayakan usaha peternakan ayam ras petelur UD Tetey Permai di Desa Tetey Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara. *Zootec*, 42(2): 339–348.

Wang, X., Zhang, J., Li, V. S. K., Ma, L., Zhao, Z., Chen, C., and Xu, H. 2024. A comprehensive review on salted eggs: Quality formation mechanisms, innovative pickling technologies, and value-added applications. *Sustainable Food Technology*, 2(5): 1409–1427.

Witman, S., Prasetyo, C., Fadhilah, N., dan Winanda, E. 2023. Diversifikasi pemanfaatan limbah kopi untuk produk yang memiliki nilai tambah. *Jurnal Rekayasa Manajemen dan Agroindustri*, 11(3): 456–467. https://doi.org/10.24843/JRMA.2023.v11.i03.p13

Wulandari, Z. dan Arief, I. I. 2022. Review: Tepung telur ayam: Nilai gizi, sifat fungsional, dan manfaat. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2): 62–68.