

Analisis Konvergensi Newton–Raphson dalam Estimasi Titik Impas Penjualan Telur Ayam Kampung UMKM Surabaya

Deswita Choirun Nisa¹, Yogi Dwi Arsanti², Olivia Dewi Ramadhani Suryoningsih³, Anggraini Puspita Sari^{4*}, Sischa Wahyuning Tyas⁵

^{1,2,3} Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

^{4,5} Dosen Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Corresponding Author: Anggraini Puspita Sari, e-mail: anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Published: January, 2026

ABSTRAK

Free-range chicken eggs are an important commodity traded by Micro, Small, and Medium Enterprises, with prices that fluctuate across local markets and affect production planning. This study applies a nonlinear cost–revenue model and the Newton–Raphson method to determine the break-even point (BEP) using monthly price data from six traditional markets in Surabaya from January to October 2025. The analysis shows that most markets converge to a stable price of Rp48,000/kg, while markets with higher volatility require multiple iterations. The average selling price is Rp46,201.90/kg, forming the revenue function $TR = 46,201.90Q$ and the cost function $TC(Q) = 1,500,000 + 35,000Q$. The BEP is achieved at $Q^* = 117.10$ kg with total revenue equal to total cost of Rp5,410,040. These results confirm that the Newton–Raphson method provides stable and reliable BEP estimates for small-scale egg businesses.

Keywords: Break-Even Point; free-range chicken eggs; Newton–Raphson method; MSMEs

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Sektor pangan merupakan aspek penting dalam operasional Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), mengingat sektor ini secara langsung terlibat dalam memenuhi permintaan konsumen di masyarakat, sehingga menjadi sumber pendapatan penting bagi usaha kecil (Aisyah & Sitti, 2021). Usaha di sektor pangan melibatkan perhitungan biaya-laba yang tepat untuk memastikan keberlanjutan usaha yang terlibat, terutama yang melibatkan komoditas segar (Putri, 2023). Perhitungan tersebut memberikan sarana untuk mengambil keputusan mengenai tingkat produksi dan cara operasional yang layak.

Komoditas telur ayam kampung memiliki nilai ekonomi yang besar dan diperdagangkan secara luas di pasar tradisional. Perdagangan komoditas ini terkait dengan perubahan harga karena pengaruh penawaran, distribusi, dan permintaan (Safitri et al., 2025). Situasi pasar yang berbeda mengakibatkan perubahan harga komoditas telur ayam kampung di berbagai wilayah dan pada waktu yang berbeda, sehingga memengaruhi pendapatan yang dihasilkan oleh UMKM (Gembul & Bengkulu, 2025).

Perubahan harga dan biaya produksi secara langsung memengaruhi UMKM dalam hal tingkat produksi optimal mereka. Perubahan harga dan biaya produksi merupakan salah satu faktor dominan yang memengaruhi keuntungan usaha mikro (Handari et al., 2025; Safitri et al., 2025; Zukhruf et al., 2025). Oleh karena itu, UMKM membutuhkan model yang menjelaskan profitabilitas dalam hal pendapatan, biaya produksi, dan volume produksi.

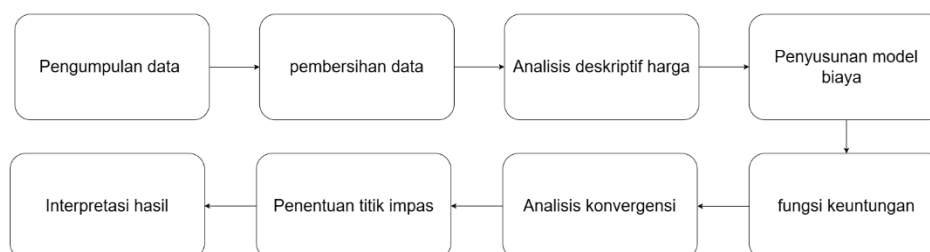
Analisis Break-Even Point (BEP) digunakan sebagai alat dalam perencanaan bisnis, di mana ia memisahkan titik antara pendapatan dan biaya. Analisis BEP telah digunakan sebagai dasar dalam menetapkan perencanaan laba dan pengendalian biaya di beberapa usaha mikro di sektor pangan dan pertanian. Namun, keterbatasan pendekatan linier BEP adalah adanya struktur biaya nonlinier suatu bisnis ketika terjadi perubahan harga dan biaya (Javanica, 2024; Shafira et al., 2024).

Metode Newton-Raphson merupakan solusi numerik umum dalam persamaan nonlinier; teknik ini juga telah diterapkan dalam analisis BEP pada studi-studi sebelumnya (Mahalipa et al., 2022; Performa et al., 2025; Raphson, 2023). Pemodelan teoretis mengenai konvergensi teknik ini juga telah dibahas dalam literatur studi analisis numerik, khususnya dalam sejarah perkembangan metode Newton (Yamamoto, 2000). Penerapan teknik numerik dalam pemodelan juga relevan karena kompleksitas pemodelan berbasis data UMKM semakin meningkat (Bhatti et al., 2025; Mikalef & Krogstie, 2020; Zhang & Yuan, 2023).

Penelitian ini lebih berfokus pada penggunaan pendekatan Newton-Raphson untuk menemukan titik impas dalam menjalankan bisnis produksi telur ayam kampung. Harga produk yang digunakan untuk perhitungan didasarkan pada pasar tradisional Surabaya, yang mewakili lokasi pasar sebenarnya. Analisis dilakukan untuk mengetahui jumlah produksi minimum yang dibutuhkan agar pendapatan bisnis sama dengan biaya produksi.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui berbagai langkah yang berkelanjutan dan terorganisir: pengumpulan dan pembersihan data, diikuti oleh analisis harga deskriptif dan pengembangan model biaya serta fungsi laba. Kemudian, dilakukan penentuan titik impas dan analisis konvergensi, dan langkah terakhir melibatkan interpretasi hasil. Seluruh proses penelitian dirangkum dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa harga per bulan untuk telur ayam kampung, mulai Januari hingga Oktober 2025. Harga-harga ini diperoleh dari enam pasar tradisional di Surabaya, yaitu Genteng, Keputran, Pucang Anom, Sopoyono, Tambahrejo, dan Wonokromo. Data yang dikumpulkan menunjukkan bagaimana harga antar pasar berfluktuasi dan bervariasi dari waktu ke waktu untuk UMKM terkait dengan penawaran telur ayam kampung mereka. Selanjutnya, data tersebut melalui verifikasi dan pra-pemrosesan untuk memastikan kelengkapan, konsistensi antar periode pengamatan, dan homogenitas satuan harga yang diterapkan. Pada tahap pembersihan, dilakukan identifikasi nilai yang hilang, standardisasi format, dan penghapusan data yang tidak konsisten.

Data yang memenuhi kriteria kelayakan kemudian dideskripsikan untuk menguraikan pola pergerakan harga, tingkat fluktuasi, dan perbedaan harga antar pasar dan antar bulan. Temuan dari analisis deskriptif digunakan sebagai panduan untuk mengembangkan model biaya dan pendapatan. Model biaya diturunkan dari komponen biaya tetap dan variabel, yang divariasikan berdasarkan

volume produksi untuk menghasilkan fungsi biaya nonlinier. Fungsi pendapatan disajikan sebagai hasil perkalian harga jual dan volume produksi, sedangkan fungsi laba diturunkan dari total pendapatan dikurangi total biaya. Variabel operasional yang digunakan untuk pemodelan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Operasional Penelitian

No.	Variabel	Keterangan
1.	H/P	Harga telur ayam kampung per kilogram selama periode pengamatan.
2.	BP	Biaya produksi yang terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel dalam proses produksi.
3.	Q	Jumlah produksi/penjualan telur ayam kampung per periode.
4.	Q*	Titik impas (Break-Even Point), yaitu jumlah produksi ketika total pendapatan sama dengan total biaya.

Titik impas kemudian dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan laba pada nilai nol. Karena hubungan non-linear antara variabel biaya, pendapatan, dan tingkat produksi, teknik Newton-Raphson kemudian dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan tersebut. Melalui analisis konvergensi yang dicapai dari solusi iterasi, analisis titik impas kemudian akan diselesaikan. Nilai iterasi kemudian akan ditentukan sebagai nilai titik impas (Q^*), yang akan mewakili tingkat produksi minimum optimal pada kondisi impas di mana total pendapatan dan total biaya akan sama. Hasil tersebut kemudian akan mengarah pada kesimpulan mengenai analisis mengenai variasi harga produksi telur ayam kampung yang ditentukan pada harga pasar tradisional Surabaya.

Informasi harga telur ayam kampung dalam periode pengamatan digunakan untuk menunjukkan perubahan harga pada kondisi geografis dan pasar yang berbeda di Surabaya. Informasi harga tersebut berfungsi sebagai dasar untuk statistik deskriptif dan masukan dalam pengembangan persamaan pendapatan. Informasi harga telur ayam kampung di enam pasar tradisional di Surabaya dari Januari hingga Oktober 2025 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Harga Telur Ayam Kampung (Rp/ kg) di Enam Pasar Surabaya (Januari hingga Oktober)

Lokasi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt
Genteng	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Keputran	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Pucang Anom	48.000	48.000	48.000	43.429	44.571	48.000	48.000	48.000	48.000	42.732
Sopoyono	42.286	43.429	40.000	40.000	41.371	42.971	40.000	38.171	39.086	40.914
Tambahrejo	33.143	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Wonokromo	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000

Tabel 2 menunjukkan variasi harga telur ayam kampung antar pasar tradisional di Kota Surabaya selama periode Januari hingga Oktober 2025. Jika di Pasar Genteng, Keputran Wonokromo cenderung stabil pada kisaran Rp48.000/kg sepanjang periode pengamatan, maka refleksi lebih tampak terlihat di Pasar Pucang Anom, Sopoyono, dan Tambahrejo, terutama pada

beberapa bulan seperti April, Mei, dan Oktober. Variasi harga antarpasar dan antarwaktu ini menjadi dasar dalam analisis deskriptif serta mempengaruhi pembentukan fungsi pendapatan usaha UMKM telur ayam kampung.

Dalam penelitian ini, rumus titik impas diperoleh dengan menyelesaikan persamaan fungsi laba, yang diberikan oleh fungsi pendapatan dikurangi fungsi biaya total, yaitu:

$$\pi(Q) = R(Q) - C(Q) \quad (1)$$

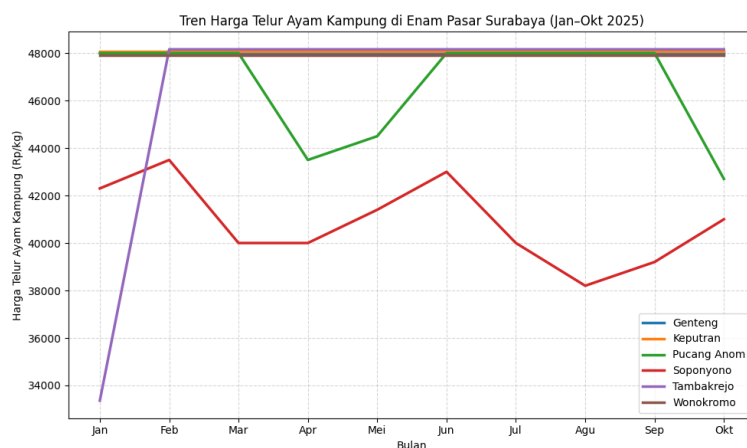
di mana fungsi laba, fungsi pendapatan, dan fungsi biaya total didefinisikan sebagai titik impas diperoleh ketika, karena fungsi laba bersifat nonlinier, persamaan di atas diselesaikan menggunakan algoritma Newton-Raphson, yang diberikan oleh rumus:

$$Q_{n+1} = Q_n - \frac{\pi(Q_n)}{\pi'(Q_n)} \quad (2)$$

dengan Q_n merupakan nilai taksiran ke- n dan $\pi'(Q_n)$ adalah turunan pertama fungsi keuntungan terhadap jumlah produksi. Proses iterasi dilakukan hingga selisih antara Q_{n+1} dan Q_n memenuhi kriteria toleransi kesalahan yang telah ditetapkan. Nilai iterasi yang telah konvergen ditetapkan sebagai titik impas (Q^*), yaitu jumlah produksi minimum pada kondisi ketika total pendapatan sama dengan total biaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data harga telur ayam kampung yang dianalisis dalam penelitian ini berasal dari enam pasar tradisional di Kota Surabaya, yaitu Pasar Genteng, Keputran, Pucang Anom, Soponyono, Tambahrejo, dan Wonokromo, selama periode Januari hingga Oktober 2025. Berdasarkan data tersebut, terlihat adanya perbedaan pola pergerakan harga antar pasar, baik dari sisi tingkat harga maupun fluktuasinya antar bulan. Perbedaan ini mencerminkan karakteristik pasar lokal yang tidak sepenuhnya seragam.



Gambar 1. Tren Harga Telur Ayam Kampung di E nam Pasar Surabaya (Jan hingga Okt 2025)

Gambar 1 menunjukkan bahwa Pasar Genteng, Keputran, dan Wonokromo memiliki harga yang relatif stabil, dengan kisaran harga bertahan di sekitar Rp48.000/kg sepanjang periode pengamatan. Sebaliknya, Pasar Pucang Anom dan Soponyono memperlihatkan fluktuasi harga yang lebih besar, sedangkan Pasar Tambahrejo menunjukkan harga yang lebih rendah pada awal periode sebelum kembali mendekati harga pasar lainnya. Variasi ini mengindikasikan adanya perbedaan kondisi pasokan dan permintaan di masing-masing pasar.

Stabilitas harga dianalisis secara kuantitatif melalui analisis konvergensi menggunakan metode Newton–Raphson pada data harga masing-masing pasar. Hasil iterasi yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa Pasar Genteng, Keputran, Tambahrejo, dan Wonokromo mencapai

kondisi konvergen hanya dalam satu iterasi, dengan nilai konvergen sebesar Rp48.000/kg. Hal ini menunjukkan bahwa harga pada pasar-pasar tersebut relatif stabil dan tidak mengalami perubahan yang signifikan selama periode pengamatan.

Tabel 2. Konvergensi Harga Telur Ayam Kampung pada Seluruh Pasar

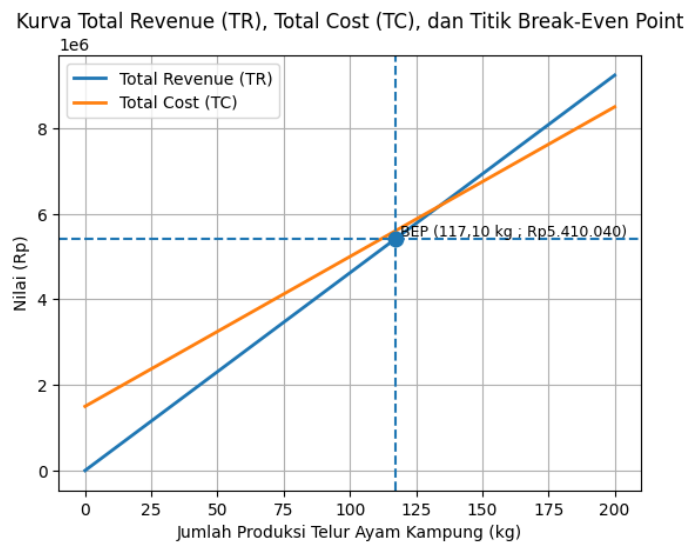
Pasar	Iterasi	h_0 (Rp/ kg)	h_1 (Rp/ kg)
Genteng	1	48.000	48.000 (konvergen)
Keputran	1	48.000	48.000 (konvergen)
Pucang Anom	1	48.000	43.4
	2	43.429	44.571
	3	44.517	48.000
	4	48.000	42.743
	5	42.743	48.000 (konvergen)
Sopoyono	1	42.286	43.429
	2	43.429	40.000
	3	40.000	48.000 (konvergen)
Tambahrejo	1	48.000	48.000 (konvergen)
Wonokromo	1	48.000	48.000 (konvergen)

Pasar dengan konvergensi harga terlama adalah Pasar Pucang Anom dibandingkan pasar lainnya. Nilai iterasi pertama menunjukkan pergerakan harga dari Rp 48.000/kg menjadi Rp 43.429/kg dan kemudian menjadi Rp 44.571/kg, menunjukkan fluktuasi harga pasar yang cukup besar. Meskipun data menunjukkan kembalinya harga ke Rp 48.000/kg, terjadi fluktuasi harga selanjutnya hingga akhirnya mencapai nilai konvergen pada iterasi kelima.

Kondisi serupa juga teridentifikasi di Pasar Sopoyono, di mana dibutuhkan lebih dari satu iterasi untuk mencapai konvergensi. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pasar ini menampilkan volatilitas harga bulanan yang lebih besar dibandingkan pasar lainnya, sehingga memerlukan proses penyesuaian nilai awal setiap kali proses konvergensi terjadi. Variasi jumlah iterasi ini bukan dimaksudkan untuk menyampaikan perbedaan profitabilitas pasar-pasar tersebut, tetapi untuk menunjukkan tingkat harga pasar dalam hal evaluasi pengumpulan data.

Perbedaan dinamika harga jangka pendek antar pasar tetap menunjukkan bahwa seluruh pasar cenderung menuju tingkat harga yang relatif seragam. Temuan ini mengindikasikan bahwa pasar telur ayam kampung di Surabaya memiliki kecenderungan keseimbangan harga secara agregat. Atas dasar temuan tersebut, penggunaan harga jual rata-rata dinilai cukup representatif untuk menggambarkan kondisi pasar secara keseluruhan.

Berdasarkan 60 data harga dari enam pasar selama sepuluh bulan pengamatan, diperoleh harga jual rata-rata sebesar Rp46.201,90/kg. Nilai ini kemudian digunakan untuk membentuk fungsi pendapatan, yaitu Total Revenue (TR) = 46.201,90Q, yang menunjukkan bahwa pendapatan meningkat seiring dengan bertambahnya volume produksi. Sementara itu, Total Cost (TC) terdiri atas biaya tetap sebesar Rp1.500.000 dan biaya variabel sebesar Rp35.000 per kilogram, sehingga fungsi biaya total dirumuskan sebagai $TC(Q) = 1.500.000 + 35.000Q$.



Grafik 2. Kurva Total Revenue (TR), Total Cost (TC), dan Titik Break-Even (BEP)

Gambar 2 menunjukkan titik perpotongan antara kurva Total Revenue (TR) dan Total Cost (TC) sebagai representasi titik impas usaha telur ayam kampung. Penentuan titik impas dilakukan dengan menyamakan fungsi pendapatan dan fungsi biaya total. Karena hubungan antara biaya, pendapatan, dan volume produksi bersifat nonlinier, penyelesaian persamaan dilakukan menggunakan metode Newton–Raphson. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa titik impas tercapai pada tingkat produksi $Q^* = 117,10$ kg, dengan nilai Total Revenue dan Total Cost yang sama, yaitu sebesar Rp5.410.040.

Secara ekonomis, hasil ini menunjukkan bahwa produksi di bawah 117,10 kg akan menyebabkan kerugian bagi pelaku UMKM, sedangkan produksi di atas tingkat tersebut akan menghasilkan keuntungan. Analisis konvergensi harga berperan dalam memastikan kestabilan data harga yang digunakan, sedangkan metode Newton–Raphson memberikan pendekatan numerik yang andal dalam menentukan titik impas pada kondisi pasar yang dinamis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis harga telur ayam kampung pada enam pasar tradisional di Kota Surabaya periode Januari hingga Oktober 2025, terdapat variasi dan tingkat fluktuasi harga yang berbeda antar pasar, yang memengaruhi perencanaan produksi UMKM. Penentuan Break-Even Point (BEP) menggunakan metode Newton–Raphson pada hubungan biaya dan pendapatan yang bersifat nonlinier menunjukkan bahwa titik impas usaha dicapai pada tingkat produksi $Q^* = 117,10$ kg dengan nilai Total Revenue dan Total Cost sebesar Rp5.410.040, sehingga produksi di bawah nilai tersebut menimbulkan kerugian, sedangkan produksi di atasnya menghasilkan keuntungan. Hasil ini menegaskan bahwa metode Newton–Raphson efektif dalam menentukan BEP secara akurat dan dapat dijadikan dasar penetapan skala produksi minimum yang layak secara finansial.

REFERENSI

- Aisyah, S., & Sitti, R. (2021). Break Even Point (BEP) Usaha Ternak Ayam Petelur Mandiri Di Kecamatan Patampunan Kabupaten Pinrang 3(1), 1–6.
- Bhatti, S. H., Ahmed, A., Ferraris, A., Hirwani Wan Hussain, W. M., & Wamba, S. F. (2025). Big data analytics capabilities and MSME innovation and performance: A double mediation model of digital platform and network capabilities. *Annals of Operations Research*, 350(2), 729–752. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-05002-w>
- Gembul, G., & Bengkulu, B. (2025). Analisis Harga Pokok Produksi Dan Break Even Point Pada Toko

- Roti Gembong Gembul Bengkulu. 9, 414–422.
- Handari, M. E., Novelin, M., Sitohang, J., Pasha, M., Anantha, F., Halim, K. P., Pramudya, R., Tara, T. B., Sibarani, C. J., & Firdaus, A. (2025). Analisis Break-Even Point sebagai Dasar Penentuan Volume Produksi Efisien pada Usaha Mikro Kecil : Studi Kasus pada UMKM ' X '. 2, 1–8.
- Javanica, J. (2024). Analisis Break Even Point Sebagai Perencanaan Laba Pada Home Industry Keripik Tempe Mbok Erch Banyuwangi. 3, 25–38.
- Mahalipa, H. K., Indriani, R., Wibowo, L. S., & Imran, S. (2022). Analisis Break Even Point dan Faktor yang Mempengaruhi Usaha Tahu pada Masa Pandemi Covid-19 di Kecamatan Tdanghula Kabupaten Gorontalo 11(2), 203–212.
- Mikalef, P., & Krogstie, J. (2020). Examining the interplay between big data analytics and contextual factors in driving process innovation capabilities. *European Journal of Information Systems*, 29(3), 260–287. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1740618>
- Performa, A., Dan, M. N., Aisyah, I., & Ikhsan, A. (2025). Analisis Performa Metode Newton-Raphson Dan Iterasi Titik Tetap Untuk Menyelesaikan Akar Sistem Persamaan Non-Linear. 3(2), 191–197.
- Putri, S. A. (2023). Analisis Break Even Point (BEP) Sebagai Alat Perencanaan Laba Jangka Pendek Pada UMKM Cafe Limas Palembang
- Raphson, N. (2023). Penentuan Break Even Point Melalui Regresi Dan Newton Raphson. 03(01), 1–11.
- Safitri, F. A., Safitri, R., & Demousa, T. I. (2025). Analisis Efisiensi Penggunaan Modal dan Profitabilitas Usaha Keripik Singkong Cutella Presto di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. 14(2), 188–197.
- Shafira, Y., Widayarsi, D., Fauji, R., Manajemen, P. S., Buana, U., & Karawang, P. (2024). UMKM Kerupuk Asy Rengasengklck Karawang Analisis Break Even Point (BEP) Sebagai Perencanaan Laba. 7.
- Yamamoto, T. (2000). Historical developments in convergence analysis for Newton's and Newton-like methods. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 124(1–2), 1–23. [https://doi.org/10.1016/S0377-0427\(00\)00417-9](https://doi.org/10.1016/S0377-0427(00)00417-9)
- Zhang, H., & Yuan, S. (2023). How and When Does Big Data Analytics Capability Boost Innovation Performance? *Sustainability (Switzerland)*, 15(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su15054036>
- Zukhruf, M. F., Fariadi, H., Nurmalia, A., Agribisnis, M., & Bengkulu, U. D. (2025). Analisis Keuntungan Dan Break Even Point Usahatani Melon Pada Agroeduwisata Tobopnik Di Kota Bengkulu Analysis Of Profit And Break Even Point Of Melon Farming In Tobopnic Agroeducation Tourism In Bengkulu City. 6(1), 127–136.