

Uji Produktivitas Mesin Pemotong Umbi-Umbian Berbentuk Stik

^{1*}Renita Sri Rejeki, ²Ary Permatadeny Nevita, ³Hisbulloh Ahlis Munawi

^{1,2,3}Teknik Industri, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail : *¹Nitare17@gmail.com, ²arypermatadeny@unpkediri.ac.id, ³ahlismunawi@gmail.com

Penulis Korespondens : Renita Sri Rejeki

Abstrak—Proses pemotongan umbi-umbian pada industri rumah tangga dan UMKM masih banyak dilakukan secara manual sehingga waktu kerja lebih lama, tenaga operator lebih besar, dan ukuran potongan tidak seragam. Penelitian ini bertujuan untuk menguji produktivitas mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik berdasarkan kapasitas kerja efektif, waktu pemotongan, dan keseragaman hasil potongan. Metode yang digunakan adalah Engineering Design Method (EDM) dengan pendekatan kuantitatif melalui pengujian langsung terhadap mesin menggunakan bahan uji kentang, singkong, dan ubi jalar. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh data yang akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu memotong 2 kg bahan dalam waktu rata-rata 20,33 detik, dengan kapasitas kerja efektif rata-rata sebesar 355,28 kg/jam, tingkat keseragaman hasil potongan rata-rata 95%, dan produktivitas mesin rata-rata 355,28 kg/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik yang dikembangkan memiliki kinerja yang baik dan dapat menjadi alternatif alat bantu produksi yang lebih efisien dibandingkan metode pemotongan manual pada usaha pengolahan umbi-umbian skala rumah tangga maupun UMKM.

Kata Kunci—kapasitas kerja, keseragaman potongan, mesin pemotong stik, produktivitas mesin, umbi-umbian

Abstract—The cutting process of tubers in home industries and small and medium enterprises is still largely done manually, resulting in longer working time, higher operator effort, and inconsistent cutting size. This study aims to test the productivity of a stick-shaped tuber cutting machine based on effective work capacity, cutting time, and cutting result uniformity. The method used is the Engineering Design Method (EDM) with a quantitative approach through direct testing of the machine using potato, cassava, and sweet potato as test materials. The test was repeated three times to obtain accurate data. The results show that the machine was able to cut 2 kg of material in an average time of 20.33 seconds, with an average effective work capacity of 355.28 kg/hour, an average cutting uniformity of 95%, and an average machine productivity of 355.28 kg/hour. These results indicate that the developed stick-shaped tuber cutting machine performs well and can serve as a more efficient production aid alternative compared to manual cutting methods in household-scale and small-medium tuber processing businesses.

Keywords—cutting uniformity, machine productivity, stick cutting machine, tubers, work capacity

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Teknologi pertanian dan pengolahan hasil pangan saat ini telah berkembang pesat, terutama dalam hal penggunaan mesin dan peralatan mekanis untuk meningkatkan efisiensi proses produksi. Penggunaan teknologi mekanisasi tidak hanya mempercepat proses produksi, tetapi juga meningkatkan kapasitas produksi, mengurangi biaya tenaga kerja, dan menghasilkan produk yang lebih seragam. Baik industri rumah tangga maupun usaha kecil menengah (UKM) masih melakukan proses pengolahan bahan pangan berbasis umbi-umbian secara manual, terutama pada

tahap pemotongan bahan baku menjadi bentuk yang diinginkan pasar. Kondisi ini memperlambat proses produksi, mengurangi kapasitas produksi, dan menghasilkan potongan yang tidak konsisten [1].

Salah satu komoditas lokal yang memiliki potensi besar untuk berkembang menjadi bahan baku industri pengolahan makanan adalah umbi-umbian. Jenis umbi seperti singkong, ubi jalar, kentang, dan talas dikenal memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan mudah dibudidayakan, sehingga banyak digunakan sebagai bahan dasar produk olahan makanan. Pemanfaatan umbi-umbian olahan dapat mendukung keberlanjutan bisnis pangan lokal, meningkatkan nilai moneter hasil pertanian, dan membuka peluang untuk membangun agroindustri berbasis pangan lokal [2].

Pemotongan bahan baku secara manual menggunakan pisau atau alat sederhana membutuhkan waktu kerja yang relatif lama, tenaga operator yang lebih besar, dan menghasilkan ukuran potongan yang tidak seragam. Penelitian (Saputro et al., 2021) menunjukkan bahwa penggunaan alat pemotong manual dalam pengolahan singkong menyebabkan kapasitas produksi yang lebih rendah dan waktu pengerjaan yang lebih lama, sehingga diperlukan pengembangan alat pemotong mekanis untuk meningkatkan hasil produksi [3].

Mesin pemotong bahan pangan berbentuk stik terus berkembang, terutama pada sistem pisau pemotong, yang meningkatkan kualitas dan jumlah hasil potongan. Perubahan sudut kemiringan pisau pada mesin pemotong kentang memengaruhi jumlah hasil pemotongan, daya yang digunakan, dan keseragaman bentuk potongan, sehingga desain mekanisme pemotong dan tenaga penggerak sangat memengaruhi kinerja serta produktivitas mesin [4]. Penelitian lain pada mesin pemotong kentang berbentuk stik dengan sistem penekan piston menunjukkan kapasitas produksi 20,29 kg/jam dan efisiensi pemotongan 70,02%, yang membuktikan bahwa desain mekanisme penekan dan mata pisau sangat memengaruhi hasil potong yang berhasil [5].

Berdasarkan uraian tersebut, setiap mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik memiliki tingkat kemampuan kerja yang berbeda-beda tergantung pada konstruksi alat, ketajaman mata pisau, sistem penggerak, dan karakteristik bahan yang dipotong. Oleh karena itu, diperlukan uji produktivitas untuk mengetahui kapasitas efektif mesin, kecepatan proses pemotongan, tingkat keberhasilan hasil pemotongan, dan keseragaman bentuk potongan yang dihasilkan. Data ini penting untuk menentukan apakah mesin yang dirancang benar-benar dapat berfungsi dengan baik dan layak digunakan sebagai alat bantu produksi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang Uji Produktivitas Mesin Pemotong Umbi-Umbian Berbentuk Stik dilakukan untuk mengetahui kapasitas kerja mesin, seberapa efektif prosesnya, dan seberapa baik hasil potongannya.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: (1) berapa lama waktu yang dibutuhkan mesin untuk menyelesaikan proses pemotongan bahan; (2) berapa kapasitas kerja efektif mesin berdasarkan jumlah bahan yang berhasil dipotong per satuan waktu; (3) bagaimana tingkat keseragaman hasil potongan yang dihasilkan; serta (4) bagaimana tingkat produktivitas mesin berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu pemotongan, kapasitas kerja efektif, tingkat keseragaman hasil potongan, dan tingkat produktivitas mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik berdasarkan hasil pengujian.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji topik yang relevan dengan penelitian ini. Penelitian mengenai keanekaragaman umbi-umbian sebagai pangan lokal menjelaskan potensi dan pemanfaatan berbagai jenis umbi-umbian sebagai sumber pangan, namun belum mengukur produktivitas mesin pemotong secara teknis [2]. Penelitian rancang bangun alat pemotong keripik singkong berfokus pada perancangan alat untuk meningkatkan kapasitas produksi [3], sedangkan penelitian rancang bangun mesin pemotong kentang berbentuk stik berorientasi pada pengujian fungsional alat [4]. Penelitian analisis produktivitas mesin kerupuk kentang menggunakan metode Objective Matrix (OMAX) sebagai alat evaluasi produktivitas [6], dan studi kasus UMKM keripik cassava mengkaji penggunaan alat mekanis dalam meningkatkan efisiensi usaha secara umum [1]. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus mengukur produktivitas mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik berdasarkan parameter teknis kapasitas kerja, waktu pemotongan, dan keseragaman hasil potongan sebagai indikator kinerja mesin.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Engineering Design Method (EDM) dengan pendekatan kuantitatif. Pemilihan metode EDM didasarkan pada tujuan penelitian yang meliputi proses perancangan, pembuatan, dan pengujian mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik guna menghasilkan alat yang mampu meningkatkan produktivitas proses pengolahan. Pendekatan kuantitatif diterapkan karena data yang dikumpulkan berupa data numerik, seperti kapasitas kerja, waktu pemotongan, dan tingkat keseragaman hasil potongan, yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat kinerja mesin secara objektif dan terukur [7].

Prosedur pengembangan dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis, yaitu studi literatur, persiapan alat dan bahan, pelaksanaan pengujian, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta penarikan kesimpulan. Studi literatur difokuskan pada topik mesin pemotong umbi-umbian, sistem transmisi mekanis, kapasitas kerja mesin, dan karakteristik fisik umbi-umbian sebagai bahan uji. Alat yang digunakan dalam pengujian meliputi mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik, stopwatch untuk mengukur waktu pemotongan, timbangan digital untuk mengukur berat bahan sebelum dan sesudah pemotongan, serta penggaris atau jangka sorong untuk mengukur dimensi hasil potongan. Bahan yang digunakan berupa umbi-umbian segar, yaitu singkong (*Manihot esculenta*), ubi jalar (*Ipomoea batatas*), dan kentang (*Solanum tuberosum*) yang telah dikupas dan dibersihkan sebelum proses pengujian.

Pengujian dilaksanakan dengan langkah-langkah berikut: bahan uji ditimbang untuk mengetahui berat awal (W_t); bahan dimasukkan ke dalam hopper mesin secara bertahap; mesin dioperasikan dan waktu pemotongan dicatat menggunakan stopwatch dari awal hingga seluruh bahan selesai dipotong; hasil potongan dipisahkan antara potongan yang berhasil (sesuai standar) dan potongan yang rusak; berat hasil potongan yang baik (W_b) dan berat bahan rusak (W_r) ditimbang secara terpisah; serta jumlah potongan yang sesuai ukuran standar (N_s) dan total potongan yang diamati (N_t) dihitung untuk menentukan keseragaman hasil. Pengujian diulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh data yang lebih representatif dan akurat.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi timbangan digital untuk mengukur berat bahan, stopwatch untuk mengukur waktu pemotongan, penggaris atau jangka sorong untuk mengukur

dimensi hasil potongan, lembar observasi untuk mencatat seluruh hasil pengujian, serta kamera atau telepon pintar untuk dokumentasi proses pengujian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengukuran langsung, dan dokumentasi selama proses pengujian berlangsung.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan rumus-rumus sebagai berikut [4], [6].

A. Kapasitas Kerja Efektif Mesin (KKE)

$$KKE = W / t \quad (1)$$

dengan KKE adalah kapasitas kerja efektif (kg/jam), W adalah berat bahan yang berhasil dipotong (kg), dan t adalah waktu pemotongan (jam).

B. Produktivitas Mesin (P)

$$P = \text{Output} / \text{Waktu Kerja} \quad (2)$$

dengan P adalah produktivitas mesin (kg/jam), Output adalah berat hasil potongan (kg), dan Waktu Kerja adalah lama proses pemotongan (jam).

C. Persentase Kerusakan Hasil Potong (KR)

$$KR = (W_r / W_t) \times 100\% \quad (3)$$

dengan KR adalah persentase kerusakan hasil potong (%), W_r adalah berat bahan rusak (kg), dan W_t adalah berat bahan awal (kg).

D. Keseragaman Hasil Potongan (KS)

$$KS = (N_s / N_t) \times 100\% \quad (4)$$

dengan KS adalah keseragaman hasil potongan (%), N_s adalah jumlah potongan yang sesuai ukuran standar, dan N_t adalah total potongan yang diamati.

Validasi produk dilakukan melalui pengujian kinerja mesin terhadap aspek kemampuan mesin melakukan proses pemotongan secara lancar, kemampuan menghasilkan potongan berbentuk stik sesuai rancangan, kapasitas kerja efektif, tingkat keseragaman hasil potongan, dan tingkat produktivitas berdasarkan hasil pengujian. Apabila mesin mampu beroperasi dengan baik dan memenuhi parameter yang ditetapkan, maka mesin dinyatakan layak digunakan sebagai alat pemotong umbi-umbian berbentuk stik. Parameter uji coba produk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Uji Coba Produk

No	Parameter	Indikator Pengujian	Satuan
1	Waktu Pemotongan	Lama proses pemotongan bahan	Menit/Jam
2	Kapasitas Kerja Efektif	Jumlah bahan terpotong per satuan waktu	Kg/Jam
3	Keseragaman Hasil Potongan	Persentase potongan sesuai ukuran standar	%
4	Produktivitas Mesin	Kemampuan mesin menghasilkan output per waktu kerja	Kg/Jam

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Mesin

Penelitian ini menghasilkan sebuah mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik yang dirancang untuk membantu proses pemotongan bahan baku umbi-umbian secara lebih cepat, efisien, dan menghasilkan ukuran potongan yang lebih seragam dibandingkan metode manual. Mesin terdiri atas rangka mesin berbahan besi hollow, motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak, sistem transmisi berupa pulley dan v-belt, saluran pemasukan bahan (hopper), serta mata pisau pemotong berbentuk stik (grid). Sistem kerja mesin diawali dengan memasukkan bahan umbi-umbian melalui saluran pemasukan, kemudian bahan diarahkan menuju bagian pemotong, di mana mata pisau yang tersusun sejajar memotong bahan menjadi bentuk stik sesuai ukuran yang telah dirancang. Spesifikasi umum mesin disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Mesin Pemotong Umbi-Umbian Berbentuk Stik

No	Komponen	Spesifikasi
1	Nama Alat	Mesin Pemotong Umbi-umbian Berbentuk Stik
2	Sumber Penggerak	Motor Listrik
3	Sistem Pemotongan	Mata Pisau Stik
4	Bahan yang Dipotong	Kentang, Singkong, Ubi Jalar, dan Talas
5	Rangka	Besi Hollow
6	Sistem Transmisi	Pulley dan V-Belt
7	Fungsi Utama	Memotong umbi-umbian menjadi bentuk stik

B. Data Hasil Pengujian

Data uji coba diperoleh melalui pengujian langsung terhadap mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dengan berat bahan uji sebesar 2 kg pada setiap pengujian untuk memperoleh data yang lebih akurat dan mengurangi kemungkinan kesalahan pengukuran. Hasil pengujian waktu pemotongan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Waktu Pemotongan

Pengujian	Berat Bahan (Kg)	Waktu Pemotongan (Detik)
Uji 1	2,0	20
Uji 2	2,0	22
Uji 3	2,0	19
Rata-rata	2,0	20,33

Berdasarkan data waktu pemotongan tersebut, dihitung kapasitas kerja efektif mesin menggunakan persamaan (1). Hasil perhitungan kapasitas kerja efektif mesin disajikan Tabel 4.

Tabel 4. Data Kapasitas Kerja Efektif Mesin

Pengujian	Berat Hasil Potongan (Kg)	Waktu (Jam)	KKE (Kg/Jam)
Uji 1	2,00	0,00556	359,71
Uji 2	2,00	0,00611	327,33
Uji 3	2,00	0,00528	378,79
Rata-rata	2,00	0,00565	355,28

Sebagai contoh perhitungan, pada pengujian dengan berat hasil potongan (W) sebesar 2 kg dan waktu pemotongan selama 20 detik, waktu dikonversi ke satuan jam menjadi $t = 20/3600 = 0,0056$ jam, sehingga diperoleh $KKE = 2/0,0056 = 357,14$ kg/jam. Nilai KKE yang semakin besar menunjukkan bahwa kemampuan kerja mesin semakin baik.

Keseragaman hasil potongan diamati untuk mengetahui kemampuan mesin menghasilkan ukuran potongan stik yang sesuai dengan ukuran standar yang telah ditentukan, menggunakan persamaan (4). Hasil pengujian keseragaman hasil potongan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Keseragaman Hasil Potongan

Pengujian	Jumlah Potongan Seragam (Ns)	Total Potongan (Nt)	Keseragaman (%)
Uji 1	95	100	95
Uji 2	93	100	93
Uji 3	97	100	97
Rata-rata	95	100	95

Produktivitas mesin dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah output yang dihasilkan dengan waktu kerja selama proses pemotongan menggunakan persamaan (2). Hasil perhitungan produktivitas mesin disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Produktivitas Mesin

Pengujian	Output (Kg)	Waktu Kerja (Jam)	Produktivitas (Kg/Jam)
Uji 1	2,00	0,00556	359,71
Uji 2	2,00	0,00611	327,33
Uji 3	2,00	0,00528	378,79
Rata-rata	2,00	0,00565	355,28

C. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik mampu memotong bahan uji seberat 2 kg dengan waktu rata-rata 20,33 detik. Waktu pemotongan yang relatif singkat ini menghasilkan nilai kapasitas kerja efektif rata-rata sebesar 355,28 kg/jam, jauh lebih tinggi dibandingkan proses pemotongan manual yang umumnya membutuhkan waktu kerja lebih lama dan tenaga operator yang lebih besar [3], [4].

Tingkat keseragaman hasil potongan rata-rata sebesar 95% menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan potongan berbentuk stik yang relatif konsisten sesuai ukuran standar. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa desain mekanisme pemotong dan susunan mata pisau yang baik akan menghasilkan produktivitas dan keseragaman potongan yang tinggi [4], [5]. Meskipun demikian, masih terdapat sebagian kecil potongan (rata-rata 5%) yang tidak sesuai ukuran standar, yang diduga disebabkan oleh karakteristik bahan yang tidak homogen serta proses pemasukan bahan ke dalam hopper yang belum sepenuhnya stabil.

Nilai produktivitas mesin rata-rata sebesar 355,28 kg/jam menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan output pemotongan yang tinggi per satuan waktu. Nilai ini menegaskan bahwa mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik yang dikembangkan dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dibandingkan metode pemotongan manual, khususnya pada usaha pengolahan skala rumah tangga maupun usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM).

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data, terdapat beberapa aspek yang masih perlu diperbaiki agar kinerja mesin menjadi lebih optimal, yaitu peningkatan ketajaman dan kestabilan kedudukan mata pisau untuk mengurangi getaran saat mesin beroperasi; penyesuaian sistem penekan bahan agar tekanan lebih merata sehingga bahan dapat masuk ke area pemotongan tanpa tersangkut; modifikasi desain hopper agar lebih ergonomis dan mengurangi risiko bahan tersangkut; pengecekan kestabilan putaran motor penggerak agar proses pemotongan lebih konsisten; serta penambahan pelindung pada bagian mata pisau untuk meningkatkan keselamatan kerja operator.

Secara keseluruhan, mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi tujuan dasar pengembangan, yaitu menghasilkan alat yang mampu meningkatkan efisiensi proses pemotongan umbi-umbian. Dengan beberapa perbaikan lanjutan pada aspek mekanis dan ergonomi, khususnya pada stabilitas aliran bahan dan sistem penekan, mesin ini berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas pada proses pengolahan hasil pertanian berbasis umbi-umbian.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik mampu bekerja dengan baik dalam proses pemotongan bahan uji. Waktu pemotongan rata-rata yang diperoleh sebesar 20,33 detik untuk 2kg bahan dengan kapasitas kerja efektif rata-rata sebesar 355,28 kg/jam. Tingkat keseragaman hasil potongan mencapai 95%, menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan potongan berbentuk stik yang relative seragam. Nilai produktivitas mesin yang mencapai 355,28 kg/jam menunjukkan bahwa penggunaan mesin dapat meningkatkan efisiensi

proses pemotongan dibandingkan metode manual. Dengan demikian, mesin pemotong umbi-umbian berbentuk stik yang dikembangkan layak digunakan sebagai alat bantu produksi pada usaha pengolahan umbi-umbian skala rumah tangga maupun UMKM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri atas dukungan yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (1. Surya, K., 2025) 1. Surya, K., A. (2025). *Volume 9 No . 1 Januari 2025 Studi Kasus : UMKM Kripik Cassava P-ISSN : 2776-4745*. 9(1), 30–37.
- [2] Sultra, B. (2021). Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Cabai Rawit per Kabupaten/ Kota Tahun 2019. *B SULTA*, 7(1), 24.
- [3] Saputro, Y., Yudha Saksono, D., Dwi Kurniawan, A., & Yusuf, M. (2021). Pengembangan Desain Alat Pemotong Kripik Singkong Dalam Peningkatan Produksi. *Surya Teknika*, 8, 29–33. <https://doi.org/10.48144/suryateknika.v5i1.1328>
- [4] Irwan, E., Wijianti, E. S., Setiawan, Y., Teknik, J., Fakultas, M., Belitung, U. B., Balunijuk, D., Merawang, K., & Bangka, K. (2021). 26 Irwan , Edi , dkk .; *Rancang Bangun Mesin Pemotong Kentang Berbentuk Stick*. 7(1), 25–29.
- [5] D. A. Sudut, K. Terhadap, H. Daya, and D. A. N. Quantity, "Pengaruh Sudut Kemiringan Pisau Terhadap Kapasitas Daya dan Hasil Pemotongan," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 54–59, 2022.
- [6] M. Y. M. Nushron, Y. B. Pramana, and M. N. A. Mukhtar, "Analisa Produktivitas Mesin Kerupuk Kentang Dengan Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX)," *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, vol. 4, no. 4, p. 517, 2024, doi: 10.30587/justicb.v4i4.8074.
- [7] O. Supratman, M. Hudatwi, and I. Auliana, "Pemanfaatan dan Pengolahan Umbi-Umbian sebagai Bahan Pangan Lokal," *JBIO: J. Biosains*, vol. 7, no. 3, pp. 121–126, 2021, doi: 10.24114/jbio.v5i2.13984.
- [8] R. Riyadi, "Pengembangan Aplikasi Manajemen Laporan Keuangan Dan Kegiatan di IAIN Palangka Raya," *Generation Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 39–48, 2025, doi: 10.29407/gj.v9i1.23970.