MATHEMATICAL SCIENCES
AND APPLICATIONS JOURNAL

https://online-journal.unja.ac.id/msa

Volume 5, Number 1 | ISSN: 2986-4180

Article

Aplikasi Algoritma Euclidean dalam Produksi Jagung di Pulau Jawa

Ade Ripki Setiawan, Edi Kurniadi, Anita Triska, Sisilia Sylviani*

Program Studi matematika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

*Corresponding author e-mail: sisilia.sylviani@unpad.ac.id

Article Info
Received November 2024
Accepted December 2024
Published December 2024

Keyword:
Euclidean algorithm
Gcd
Lcm
Production

Abstract

Corn farming on the island of Java plays a crucial role in meeting the nation's food needs. However, variations in land conditions across provinces in Java result in differing production levels. This disparity affects the supply of corn in the market, and the selling price often does not align with farmers' expectations. Therefore, this article aims to determine the optimal timing for distributing corn, particularly on the island of Java, using the Euclidean algorithm. The Euclidean algorithm is used to calculate the greatest common divisor (gcd), which in turn is applied to determine the least common multiple (lcm). The lcm results can serve as a reference for identifying the best time to sell corn to prevent price declines. Additionally, a comparison of production levels across provinces is presented to help corn farmers understand when and where to distribute their produce to achieve maximum profit.

1. Pendahuluan

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian utama di Pulau Jawa yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri. Dengan kondisi geografis yang subur serta iklim yang mendukung, hampir seluruh provinsi di Pulau Jawa memiliki kapasitas tinggi untuk memproduksi jagung. Hal ini menjadikan Pulau Jawa sebagai salah satu sentra produksi jagung terbesar di Indonesia. Namun, meskipun produksi jagung di Pulau Jawa terus meningkat, petani sering kali menghadapi tantangan serius berupa fluktuasi harga yang signifikan. Salah satu penyebab utama penurunan harga adalah fenomena produksi serentak di berbagai provinsi di Pulau Jawa [1–3].

Ketika panen terjadi bersamaan dalam skala besar, penawaran jagung di pasar menjadi melimpah, sedangkan permintaan relatif tetap. Menurut prinsip *supply and demand*, kelebihan pasokan ini akan menyebabkan harga jagung di pasar mengalami penurunan drastis. Untuk mengatasi tantangan ini, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah memperkirakan waktu produksi yang bersamaan dengan menggunakan bantuan algoritma Euclidean [4, 5].

Algoritma Euclidean adalah salah satu algoritma tertua yang telah bertahan dalam waktu yang sangat lama. Algoritma ini menawarkan solusi efisien untuk menghitung faktor persekutuan terbesar (fpb) dari dua bilangan bulat serta dua polinomial. Proses ini dilakukan melalui serangkaian operasi pembagian yang melibatkan pengurangan resiprokal, sehingga memungkinkan algoritma untuk menyederhanakan kedua bilangan hingga menemukan hasil akhir yang tepat. Algoritma ini telah terbukti sebagai alat yang berguna dalam bidang matematika dasar, menjadi dasar bagi pengembangan metode lainnya yang digunakan hingga saat ini [6, 7].

Keunikan algoritma Euclidean terletak pada berbagai sifat yang dimilikinya, termasuk algoritma pembagian, sifat invers, dan substitusi mundur. Sifat-sifat ini menjadikan algoritma Euclidean sangat berguna dalam berbagai penerapan, mulai dari menemukan invers perkalian bilangan bulat dan matriks dalam aritmatika modulo hingga menentukan kelipatan persekutuan terkecil (kpk) [8–13]. Beberapa penerapannya yang signifikan termasuk pemecahan masalah kongruensi linear dalam kriptografi, pemodelan pertumbuhan populasi, serta menentukan peristiwa yang terjadi bersamaan [14–17]. Algoritma ini tidak hanya diterapkan dalam matematika tetapi juga dalam berbagai disiplin

https://doi.org/10.22437/msa.v5i1.38080

ilmu lain yang memerlukan perhitungan faktor persekutuan, seperti perdagangan dan simulasi peristiwa waktu nyata [18, 19].

Pada abad ke-19, sifat-sifat aljabar yang ada pada algoritma Euclidean membuka jalan bagi pengembangan sistem bilangan baru, misalnya bilangan bulat Gaussian dan bilangan Eisenstein [20–22]. Sistem bilangan ini berkontribusi pada perkembangan teori bilangan dan menambah fleksibilitas penerapan algoritma dalam disiplin yang lebih luas, termasuk dalam musik, pertanian, dan desain permainan. Dalam dunia modern, algoritma Euclidean terus menjadi salah satu dasar dari banyak aplikasi di bidang-bidang tersebut, memperlihatkan bagaimana prinsip-prinsip kuno tetap relevan dan terus beradaptasi sesuai dengan kebutuhan zaman [23–26].

Algoritma ini dapat membantu menganalisis kesamaan pola waktu produksi di berbagai wilayah dengan mengaplikasikan kpk dalam menentukan peristiwa yang terjadi bersamaan. Oleh karena itu, algoritma ini dapat mengidentifikasi kemungkinan terjadinya panen bersamaan. Informasi ini sangat berguna untuk merancang strategi mitigasi, seperti pengaturan jadwal tanam yang lebih terkoordinasi atau distribusi stok secara optimal [11, 27].

Dengan penerapan teknologi seperti algoritma Euclidean serta pemahaman prinsip *supply and demand*, pengelolaan agribisnis jagung di Pulau Jawa dapat lebih efektif. Tujuan artikel ini adalah untuk melakukan pendekatan langkah demi langkah yang terperinci untuk memahami aplikasi algoritma Euclidean, khususnya dalam menentukan peristiwa yang terjadi bersamaan dalam produksi jagung di pulau Jawa. Langkah ini diharapkan mampu menjaga stabilitas harga jagung dan meningkatkan kesejahteraan petani di tengah tantangan produksi yang terus meningkat.

2. Metode Penelitian

2.1. Deskripsi Algoritma Euclidean[27]

Misalkan F adalah sebuah lapangan dan $a(x), b(x)$ menjadi dua polinomial sedemikian rupa sehingga $a(x), b(x) \in F[x]$, maka algoritma Euclidean membangun $\text{fpb}[a(x); b(x)]$ secara eksplisit. Metode dasarnya sederhana. Jika $q(x)$ adalah polinomial apa pun, maka $\text{fpb}[a(x), b(x)] = \text{fpb}\,[a(x) - q(x)b(x); b(x)]$.

Secara khusus, $a(x)$ dapat diganti dalam perhitungan dengan sisanya $r(x)$ setelah dibagi dengan $b(x)$. Dengan asumsi bahwa $a(x)$ memiliki derajat yang sama besarnya dengan $b(x)$, sisanya $r(x)$ akan memiliki derajat yang lebih kecil dari $a(x)$; jadi fpb dari pasangan polinomial asli akan sama dengan fpb dari pasangan baru dengan derajat total yang lebih kecil. Selanjutnya, dengan mengurangi derajat sisa pada setiap tahap hingga proses berhenti dengan sisa 0 dan pada titik ini fpb ditentukan.

Dalam artikel ini, diasumsikan bahwa $\text{fpb}(a(x); b(x))$ adalah polinomial monik dengan derajat minimal dalam himpunan: $G = \{s(x)a(x) + t(x)b(x): s(x), t(x) \in F[x]\}$. Oleh karena itu, akan diperiksa semua persamaan dalam bentuk $p(x) = s(x)a(x) + t(x)b(x)$ dengan $p(x)$ bukan nol berderajat minimal. Kelipatan skalar monik unik dari ini $p(x)$ maka sama dengan $\text{fpb}(a(x), b(x))$. Jika terdapat dua persamaan yang sesuai sebagai berikut:

$$m(x) = e(x)a(x) + f(x)b(x), \tag{1}$$
$$n(x) = g(x)a(x) + h(x)b(x) \tag{2}$$

Maka ditentukan persamaan ketiga dengan sisi kiri derajat yang lebih kecil. Asumsikan bahwa derajat $m(x)$ setidaknya sama besarnya dengan $n(x)$. Dengan menggunakan algoritma pembagian didapat $q(x)$ dan $r(x)$ dengan $m(x) = q(x)n(x) + r(x)$ dan $\deg(r(x)) < \deg(n(x))$. Pengurangan $q(x)$ kali persamaan (2) dari persamaan (1) menghasilkan persamaan yang diinginkan sebagai berikut:

$$r(x) = m(x) - q(x)n(x) = \big(e(x) - q(x)g(x)\big)a(x) + \big(f(x) - q(x)h(x)\big)bx \tag{3}$$

Selanjutnya bagi $r(x)$ ke dalam $n(x)$ dan dengan menggunakan persamaan (2) dan (3), semakin mengurangi derajat sisi kiri. Dengan melanjutkan seperti sebelumnya, akhirnya akan sampai pada persamaan dengan 0 di sebelah kiri. Sisi kiri persamaan sebelumnya kemudian akan memiliki derajat minimal yang diinginkan. Manfaat dari metode perhitungan ini adalah, polinomial yang sesuai $s(x)$ dan $t(x)$ dihasilkan pada saat yang sama dengan faktor persekutuan terbesar (fpb).

Untuk berhasil dengan pendekatan ini, harus didapat dua persamaan untuk memulai. berikut ini persamaan yang dihasilkan:

$$a(x) = 1 \times a(x) + 0 \times (bx) \tag{4}$$
$$b(x) = 0 \times a(x) + 1 \times b(x) \tag{5}$$

Asumsikan bahwa $\deg\big(a(x)\big) \geq \deg(b(x))$ dengan $a(x) \neq 0$. Pada langkah ke-i dimana $i = 1,2,3, \dots n$ dibangun persamaan:

$$E_i: r_i(x) = s_i(x)a(x) + t_i(x)b(x)$$

Persamaan E_i dibangun dari E_{i-1} dan E_{i-2}, inisialisasi yang sesuai disediakan oleh (4) dan (5):

$$r_{i-1}(x) = a(x); s_{i-1}(x) = 1; t_{i-1} = 0:$$
$$r_0 = b(x); s_0(x) = 0; t_0 = 1:$$

Langkah i : dimulai dengan $r_{i-2}(x)$ dan $r_{i-1}(x)$, dengan menggunakan algoritma pembagian untuk mendefinisikan $q_i(x)$ dan $r_i(x)$: $r_{i-2}(x) = q_i(x)r_{i-1}(x) + r_i(x)$ dengan $\deg\left(r_i(x)\right) < \deg\left(r_{i-1}(x)\right)$.

Kemudian definisikan $s_i(x)$ dan $t_i(x)$ oleh:

$$s_i(x) = s_{i-2}(x) - q_i(x)s_{i-1}(x);$$
$$t_i(x) = t_{i-2}(x) - q_i(x)t_{i-1}(x)$$

Didapat persamaan

$$E_i: r_i(x) = s_i(x)a(x) + t_i(x)b(x)$$

Dimulai dengan $i = 0$. Jika akan didapat $r_i(x) \neq 0$, lalu lanjutkan ke langkah $i + 1$. Akhirnya akan ada i dengan $r_i(x) = 0$. Pada titik tersebut berhenti dan nyatakan fpb $(a(x); b(x))$ menjadi kelipatan skalar monik unik dari polinomial bukan nol $r_{i-1}(x)$. Hal ini dapat ditunjukkan sebagai berikut. Untuk setiap i, $r_i(x_0 = r_{i-2}(x) - q_i(x)r_{i-1}(x)$; maka didapat E_i. Hal ini juga menunujukkan bahwa:

$$\text{fpb}\left(r_{i-1}(x), r_i(x)\right) = \text{fpb}\left(r_{i-2}(x), r_{i-1}(x)\right) = \cdots$$
$$= \text{fpb}\left(r_{-1}(x), r_0(x)\right) = \text{fpb}\left(a(x), b(x)\right)$$

Selama $i \geq 0$ dan $r_i(x) = 0; \deg(r_{i-1}(x) < \deg(r_i(x))$. Jadi paling banyak $\deg(b(x))$ langkah $r_i(x) = 0$ didapat. Kemudian $\text{fpb}(r_{i-1}(x), 0) = \text{fpb}\left(a(x), b(x)\right)$ merupakan kelipatan monik unik dari $r_{i-1}(x)$, sepenuhnya meverifikasi dari algoritma. Alternatifnya diberikan $a(x)$ dan $b(x)$ merupakan dua polinomial tak nol sedemikian sehingga $\deg\left(a(x)\right) > \deg\left(b(x)\right.$, kemudian gunakan pembagian berhingga untuk mendapatkan fpb. Proses untuk mendapatkannya adalah sebagai berikut:

$$a(x) = b(x)g(x) + r(x); \deg r(x) < \deg b(x)$$
$$b(x) = r(x)g_1(x) + r_1(x); \deg r_1(x) < \deg r(x)$$
$$r(x) = r_i(x)g_2(x) + r_2(x); \deg r_2(x) < \deg r_1(x)$$
$$\ldots$$
$$\ldots$$
$$r_{k-q}(x) = r_{k-1}(x)g_k(x) + r_k(x); \deg r_k(x) < \deg r_{k-1}(x)$$
$$r_{k-1}(x) = r_k(x)g_{k+1}(x)$$

Contoh 1: Untuk menghitung fpb(224,468) akan digunakan algoritma Euclidean sebagai berikut:

$$468 = 224 \cdot 2 + 20 \Leftrightarrow a_i = 468 \text{ dan } b_i = 224$$
$$224 = 20 \cdot 11 + 4 \Leftrightarrow a_i = 224 \text{ dan } b_i = 20$$
$$20 = 4 \cdot 5 + 0 \Leftrightarrow a_i = 20 \text{ dan } b_i = 4$$

Didapat, $\text{fpb}(224{,}468) = 4$ (yaitu sisa bukan nol terakhir).

2.2. Menentukan Peristiwa yang Terjadi Bersamaan [27]

Peristiwa yang terjadi pada interval waktu yang berurutan dapat diselesaikan dengan menggunakan kelipatan persekutuan terkecil (kpk) biasa. Jika peristiwa ini terjadi pada interval waktu yang lebih besar, perhitungan kpk menjadi membosankan. Algoritma Euclidean kemudian menjadi alternatif terbaik. Jadi, jika diberikan dua peristiwa yang terjadi pada interval waktu yang sangat besar a dan b masing-masing, dapat diperoleh:

$$\text{kpk} = \frac{a \times b}{\text{fpb}(a, b)}$$

Pengaplikasian dari kpk sangat berguna ketika menangani produksi komoditas yang sama oleh produsen yang berbeda. Faktanya adalah ketika pasokan komoditas meningkat, permintaan berkurang dan harga pun turun. Produsen yang menyadari kejadian ini akan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi kerugian. Sekali lagi, ini akan membantu petani menghindari kerugian pasca panen.

Contoh 2 : Jika dua pabrik A dan B memproduksi mesin pemotong rumput setiap 299 dan 221 hari masing-masing, jumlah hari yang dibutuhkan untuk memproduksi keduanya secara bersamaan dihitung sebagai berikut:
Pertama, untuk $\text{fpb}(299, 221)$, didapat:

$$299 = 1 \cdot 221 + 78$$
$$221 = 2 \cdot 78 + 65$$
$$78 = 1 \cdot 65 + 13$$
$$65 = 5 \cdot 13 + 0$$

Jadi $\text{fpb}(299{,}221) = 13$. Selanjutnya akan dicari kpk sebagai berikut:

$$\text{kpk} = \frac{a \times b}{\text{fpb}(a, b)} = \frac{299 \times 221}{13} = \frac{66079}{13} = 5083$$

Artinya pada hari ke 5083, kedua pabrik tersebut masing-masing akan memproduksi sebuah mesin pemotong rumput.

Tabel 1. Tabel produksi 100.000 ton jagung di pulau Jawa

Produksi	Provinsi				
	Banten	Jawa Barat	Jawa Tengah	DI Yogyakarta	Jawa Timur
Hari	2.646	62	14	188	8

Sumber data: https://www.bps.go.id [29]

2.3. *Supply and Demand* [28]

Konsep keseimbangan ekonomi umum yang didasarkan pada keseimbangan antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*) telah memainkan peran sentral dalam ekonomi teoretis sejak awal. Dalam bentuknya yang paling sederhana, situasi ini dapat digambarkan sebagai berikut: Di pasar bebas, harga setiap komoditas bergantung pada sejauh mana komoditas tersebut diminta oleh konsumen. Jika pada tingkat harga tertentu permintaan terhadap suatu barang melebihi penawaran yang tersedia, maka harganya akan naik sehingga menyebabkan permintaan menurun. Sebaliknya, jika penawaran melebihi permintaan, harga akan turun dan permintaan akan meningkat. Melalui mekanisme ini, diasumsikan bahwa harga pada akhirnya akan menyesuaikan diri ke nilai di mana penawaran dan permintaan benar-benar seimbang yang disebut sebagai harga pada keseimbangan ekonomi.

2.4. Data Produksi Jagung

Data digunakan diambil dari badan pusat statistik Indonesia yaitu data produksi jagung di provinsi di Indonesia pada tahun 2024 [29]. Data yang diambil tidak melibatkan provinsi DKI Jakarta dikarenakan di provinsi tersebut tidak terdapat lahan untuk produksi jagung sehingga tidak ada data yang bisa diambil. Sehingga fokusnya adalah lima provinsi lain yaitu Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Timur. Data yang diambil berupa data hari untuk memproduksi 100.000 ton jagung dari setiap provinsi tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang didapat untuk produksi 100.000 ton jagung dari provinsi di pulau Jawa selain DKI Jakarta seperti pada Tabel 1.

Akan dicari fpb dari semua data tersebut atau dituliskan sebagai $\text{fpb}(2.646,62,14,188,8)$ menggunakan algoritma euclidean. Pertama akan dicari untuk $\text{fpb}(2.646,62)$ terlebih dahulu.

$$2.646 = 42 \cdot 62 + 42$$
$$62 = 1 \cdot 42 + 20$$
$$42 = 2 \cdot 20 + 2$$
$$20 = 10 \cdot 2 + 0$$

Jadi, $\text{fpb}(2.646,62) = 2$.

Selanjutnya dengan cara yang sama didapat $\text{fpb}(14,2) = 2$, $\text{fpb}(188,2) = 2$, dan $\text{fpb}(8,2) = 2$. Sehingga didapat $\text{fpb}(2.646,62,14,188,8) = 2$. Setelah didapatkan fpbnya, langkah selanjutnya adalah mencari KPK dari semua data tersebut

$$\text{kpk} = \frac{2.646 \times 62 \times 14 \times 188 \times 8}{\text{fpb}(2.646,62,14,188,8)} = \frac{3.454.278.912}{2}$$
$$= 1.727.139.456$$

Didapat produksi 100.000 ton jagung secara bersamaan akan terjadi setelah 1.727.139.456 hari atau 4.731.890 tahun. Oleh karena hasil yang terlalu besar, selanjutnya akan diperiksa untuk dua provinsi saja. Pertama akan diperiksa untuk Provinsi Banten dan Jawa Barat dengan $\text{fpb}(2.646,62) = 2$ yang sudah dihitung sebelumnya didapat:

$$\text{kpk} = \frac{2.646 \times 62}{\text{fpb}\,(2.646,62)} = \frac{164.052}{2} = 82.026$$

Hal ini menunjukkan setelah 82.026 hari, produksi 100.000 ton jagung di Provinsi Jawa Barat dan Banten akan terjadi bersamaan. Dengan cara yang sama didapat hasil untuk semua provinsi sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel produksi yang bersamaan di dua provinsi

Provinsi		Produksi bersamaan	
		Hari	Tahun
Banten	Jawa Barat	82.026	224,7
Banten	Jawa Tengah	2.646	7,2
Banten	DI Yogyakarta	248.724	681,5
Banten	Jawa Timur	10.584	28,9
Jawa Barat	Jawa Tengah	434	1,1
Jawa Barat	DI Yogyakarta	5.828	15,9
Jawa Barat	Jawa Timur	248	0,6
Jawa Tengah	DI Yogyakarta	1.316	3,6
Jawa Tengah	DI Yogyakarta	56	0,1
DI Yogyakarta	Jawa timur	376	1,03

Dapat dilihat dari tabel 2, hari atau tahun disaat produksi 100.000 ton jagung terjadi bersamaan pada dua provinsi, sehingga penawaran (*supply*) pada hari atau tahun di dua provinsi tersebut meningkat. Berdasarkan prinsip *supply and demand*, hal ini berakibat pada penurunan harga jagung pada dua provinsi terkait. Penurunan harga tersebut dapat diantisipasi dengan mendistribusikan jagung di luar provinsi terkait dengan produksi yang tidak terjadi bersamaan dan dapat dilihat juga melalu tabel 2. Sebagai contoh Provinsi Jawa Barat setelah 434 hari atau 1,1 tahun produksi tidak boleh mendistribusikan jagung hasil produksinya ke Provinsi Jawa Tengah karena pada saat yang sama Provinsi Jawa Tengah juga memproduksi 100.000 ton jagung sehingga penawaran jagung dikedua provinsi tersebut menjadi tinggi yang memungkinkan penurunan harga. Hal ini berlaku sebaliknya untuk Provinsi Jawa Tengah. Sebagai alternatif, kedua provinsi tersebut dapat meendistribusikan hasil produksinya ke provinsi lain seperti Provinsi Banten, Jawa Timur, dan lain-lain.

Namun, jika dilihat secara keseluruhan pulau Jawa produksi 100.000 ton jagung secara bersamaan akan terjadi setelah 1.727.139.456 hari atau 4.731.890 tahun. Berdasarkan prinsip *supply and demand,* Hal ini artinya tidak akan adanya kelebihan penawaran jagung sebelum hari atau tahun tersebut, sehingga harga jagung di pulau Jawa relatif stabil sebelum hari atau tahun tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pada pembahasan sebelumnya didapat bahwa produksi 100.000 ton jagung di pulau Jawa akan terjadi bersamaan setelah 4.731.890 tahun, di mana ini adalah waktu yang sangat lama. Oleh karena itu, penjualan jagung di pulau Jawa akan tetap stabil sampai 4.731.890 tahun ke depan karena produksi jagung tersebut tidak meningkat drastis setiap tahunnya. Namun jika penjualan diperkecil diantara dua provinsi saja, bisa dilihat waktu disaat produksinya bersamaan sehingga jumlah jagung di pasar akan meningkat dan harga bisa saja menurun. Sehingga bisa dihindari untuk penjualan pada provinsi terkait pada hari atau tahun tertentu agar penjualan menjadi maksimal.

Daftar Pustaka

1. Aldillah, R. 2017. Strategi Pengembangan Agribisnis Jagung di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, *15*(1), 43–66.
2. Woestho, C., Handayani, M., & Fikri, A. W. N. 2021. Kluster Tanaman Pangan Unggulan di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kajian Ilmiah*, *21*(1).
3. Suryana, A., & Agustian, A. 2014. Analisis Daya Saing Usaha Tani Jagung di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, *12*(2), 143–156.
4. Inoua, S. M., & Smith, V. L. 2022. Neoclassical Supply and Demand, Experiments, and the Classical Theory Of Price Formation. *History of Political Economy*, *54*(1), 37–73.
5. Azevedo, E. M., & Leshno, J. D. 2016. A Supply and Demand Framework for Two-Sided Matching Markets. *Journal of Political Economy*, *124*(5), 1235–1268.
6. Zhou, Q., Tian, C., Zhang, H., Yu, J., & Li, F. 2020. How to Securely Outsource the Extended Euclidean Algorithm for Large-Scale Polynomials Over Finite Fields. *Information Sciences*, *512*, 641–660. https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.10.007.
7. Klein, K.-M., & Reuter, J. 2024. Faster Lattice Basis Computation--The Generalization of the Euclidean Algorithm. *arXiv preprint arXiv:2408.06685*.
8. Iliev, A., Kyurkchiev, N., & Rahnev, A. 2018. A Note on Adaptation of the Knuth's Extended Euclidean Algorithm for Computing Multiplicative Inverse. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, *118*(2), 281–290.
9. Rodriguez, C. M. F., Cruz, M. A. G., & Falcon, C. 2021. Full Euclidean Algorithm by Means of a Steady Walk. *Applied Mathematics*, *12*(04), 269–279.
10. Cesaratto, E., Clément, J., Daireaux, B., Lhote, L., Maume-Deschamps, V., & Vallée, B. 2009. Regularity of the Euclid Algorithm; Application to the Analysis of Fast GCD Algorithms. *Journal of Symbolic Computation*, *44*(7), 726–767.
11. Sabrigiriraj, M. 2024. A Tutorial on New Methods and Algorithms for Solving LCM and GCD. *WSEAS Transactions on Computers*, *23*, 136–143.
12. Phiamphu, D., & Saha, P. 2018. Redesigned the Architecture of Extended-Euclidean Algorithm for Modular Multiplicative Inverse and Jacobi Symbol. In *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)* (pp. 1345–1349). IEEE.
13. Doran, C., Lu, S., & Smith, B. 2014. A New Algorithm for Computing Inverses in Modular Arithmetic. *arXiv preprint arXiv:1408.4638*.
14. Aldaya, A. C., Sarmiento, A. J. C., & Sánchez-Solano, S. 2017. SPA Vulnerabilities of the Binary Extended Euclidean Algorithm. *Journal of Cryptographic Engineering*, *7*(4), 273–285.
15. Poulakis, D. 2020. An Application of Euclidean Algorithm in Cryptanalysis of RSA. *Elemente Der Mathematik*, *75*(3), 114–120.

16. Chandravathi, D., & Lakshmi, P. V. 2019. Privacy Preserving Using Extended Euclidean Algorithm Applied to RSA-Homomorphic Encryption Technique. *Volume-8 Issue-10, August*, 3175–3179.
17. Song, P.-C., Chu, S.-C., Pan, J.-S., & Yang, H. 2022. Simplified Phasmatodea Population Evolution Algorithm for Optimization. *Complex & Intelligent Systems*, *8*(4), 2749–2767.
18. Conroy-Beam, D. 2018. Euclidean Mate Value and Power of Choice on the Mating Market. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *44*(2), 252–264.
19. Manduhu, M., & Jones, M. W. 2019. A Work Efficient Parallel Algorithm for Exact Euclidean Distance Transform. *IEEE Transactions on Image Processing*, *28*(11), 5322–5335.
20. Thiers, J.-P., & Freudenberger, J. 2021. Generalized Concatenated Codes Over Gaussian and Eisenstein Integers for Code-Based Cryptography. *Cryptography*, *5*(4), 33.
21. Blažek, A., Pelantová, E., & Svobodová, M. 2024. Optimal Representations of Gaussian and Eisenstein Integers Using Digit Sets Closed Under Multiplication. *arXiv preprint arXiv:2410.02418*.
22. Sheydvasser, A. S. 2021. The Twisted Euclidean Algorithm: Applications to Number Theory and Geometry. *Journal of Algebra*, *569*, 823–855.
23. Zhang, W., Chen, Z., & Yin, F. 2016. Main Melody Extraction from Polyphonic Music Based on Modified Euclidean Algorithm. *Applied Acoustics*, *112*, 70–78.
24. Gorokhovskyi, S., & Laiko, A. 2021. Euclidean Algorithm for Sound Generation.
25. Morrill, T. 2023. On the Euclidean Algorithm: Rhythm Without Recursion. *Bulletin of the Australian Mathematical Society*, *107*(3), 361–367.
26. Jones, M. A., & Ohlinger, B. C. 2024. Self-Similar Structure of $\mathcal{P}$-Positions of the Game Euclid. *The Fibonacci Quarterly*, *62*(1), 15–28.
27. Alhassan, E. A., Simon, K. N., Bunyan, J. M., & Gregory, A. 2014. On Some Algebraic Properties of the Euclidean Algorithm with Applications to Real Life. *Research Journal of Mathematics and Statistics*, *6*(4), 46–52. https://doi.org/10.19026/rjms.6.5271.
28. Feiwel, G. R. 2016. *Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory*. Springer.
29. Badan Pusat Statistik Indonesia. 2024, October 15. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2023-2024. *https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html*.