

MAKSIMALISASI KEUNTUNGAN PRODUKSI AIR TAHU AYAK DENGAN PEMROGRAMAN LINEAR MELALUI METODE GRAFIK DAN PERANGKAT LUNAK POM-QM

Adinda Cahya Putri Indriarto

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
adindaindriarto@gmail.com

Sisca Oktarina

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
sisca_octarina@unsri.ac.id

Fitri Maya Puspita

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
fitrimayapuspita@unsri.ac.id

Abstract

Tofu water and tofu pudding are traditional Chinese culinary dishes originating from Palembang. In this city, they are locally referred to as "Tau Hu Hue" and "Tau Hu Cui," terms derived from the Teochew dialect, which is predominantly spoken by the residents of Palembang. This study examines a small-medium enterprise named Air Tahu Ayak, situated on Jalan W.R. Supratman. The business offers two primary products: tofu water and tofu pudding. The main objective of this research is to maximize the profit of the Air Tahu Ayak enterprise by employing the graphical method of linear programming and utilizing POM-QM software. The linear programming graphical technique is a method for resolving linear optimization problems through graphical visualization. This approach is particularly suitable for scenarios involving two decision variables, as they can be plotted on a Cartesian coordinate plane. The study incorporates information technology, specifically the POM-QM tool, to determine the highest possible profit. The analysis reveals that implementing the graphical method with POM-QM software yields a maximum profit of Rp734,000, achieved by selling 220 portions of tofu pudding (X1) and 110 portions of tofu water (X2).

Keywords: Profit Optimization, Tofu Water, Tofu Pudding, Linear Programming, POM-QM.

PENDAHULUAN

Berdasarkan pandangan Tambunan (2015), Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan bentuk aktivitas ekonomi yang digerakkan oleh perorangan atau kelompok usaha berskala kecil, yang memberikan dampak luar biasa terhadap perekonomian negara. Kontribusi utamanya terlihat pada penyediaan kesempatan kerja bagi masyarakat luas, penurunan tingkat kemiskinan melalui pemberdayaan ekonomi lokal, serta pemerataan distribusi pendapatan di berbagai lapisan sosial. Tambunan lebih lanjut menyoroti peran strategis UMKM sebagai motor penggerak ekonomi kerakyatan sekaligus penopang ketahanan ekonomi nasional, khususnya saat menghadapi gejolak krisis keuangan global. Di antara berbagai sektor UMKM yang berkembang pesat, industri kuliner menonjol sebagai salah satu yang paling dinamis. Sektor ini tidak hanya memenuhi kebutuhan konsumsi dasar

masyarakat, tetapi juga menjadi wadah pelestarian dan promosi identitas budaya daerah melalui cita rasa khas yang dihadirkan. Walaupun memiliki pengaruh yang sangat besar, UMKM kerap kali berbenturan dengan hambatan struktural, terutama dalam mencapai efisiensi produksi dan pengelolaan sumber daya yang secara inheren terbatas.

Kendala krusial yang paling sering muncul pada UMKM adalah kurangnya perencanaan produksi yang terstruktur dan optimal. Sebagian besar pelaku usaha masih bergantung pada naluri atau pengalaman pribadi dalam menentukan volume produksi, tanpa melibatkan analisis kuantitatif atau pendekatan berbasis data ilmiah. Akibatnya, terjadi pemborosan bahan baku, pembengkakan waktu proses, serta penggunaan tenaga kerja yang tidak efisien, yang semuanya pada akhirnya menggerus margin keuntungan.

Contoh nyata dari UMKM di sektor kuliner yang telah meraih popularitas tinggi di Kota Palembang adalah Air Tahu Ayak. Usaha ini menghadirkan berbagai olahan berbahan dasar kedelai, termasuk air tahu dan kembang tahu, yang menjadi ikon kuliner lokal di Kalimantan Barat. Bagi warga Palembang maupun wisatawan yang berkunjung, Air Tahu Ayak bukan sekadar minuman penyegar, melainkan warisan tradisi dengan tekstur halus dan rasa autentik yang sulit ditiru. Air tahu sendiri adalah minuman tradisional dari sari kedelai yang kaya nutrisi, sementara kembang tahu—produk turunan dari proses pengolahan air tahu—menawarkan sensasi rasa unik sekaligus manfaat kesehatan yang signifikan. Tren kesadaran masyarakat akan gaya hidup sehat semakin mendorong permintaan produk berbasis kedelai sebagai alternatif minuman bergizi (Kanchana et al., 2018). Meski demikian, dalam operasional sehari-hari, Air Tahu Ayak terus menghadapi tantangan berat dalam mengoptimalkan volume produksi agar keuntungan tercapai secara maksimal di tengah keterbatasan sumber daya.

Sebagai pelaku UMKM, Air Tahu Ayak dibatasi oleh fluktuasi harga kedelai sebagai bahan baku utama yang sangat dipengaruhi dinamika pasar. Kapasitas produksi yang terbatas serta ketersediaan tenaga kerja yang tidak selalu konsisten juga menjadi penghambat. Proses pembuatan air tahu dan kembang tahu menuntut ketepatan proporsi bahan agar tidak terjadi kelebihan stok yang membusuk atau kekurangan yang mengganggu penjualan harian. Oleh sebab itu, pengelolaan yang efisien—mulai dari perencanaan produksi, pengendalian persediaan bahan baku, hingga optimalisasi waktu dan tenaga kerja—menjadi kunci untuk memanfaatkan peluang pasar sekaligus menjamin keberlanjutan usaha dalam jangka panjang (Ongbali et al., 2021).

Inti permasalahan yang dihadapi Air Tahu Ayak adalah penentuan kombinasi produksi optimal antara air tahu dan kembang tahu yang mampu menghasilkan laba tertinggi di bawah kendala sumber daya. Ketidakseimbangan produksi dapat memicu kelebihan stok pada satu jenis produk dan kekurangan pada produk lain, yang berujung pada peningkatan biaya penyimpanan atau kerugian penjualan (Ginting et al., 2020). Untuk itu, diperlukan kerangka kerja sistematis yang memungkinkan

pengambil keputusan menentukan strategi produksi terbaik berdasarkan data riil yang tersedia.

Menurut Sukanto (2016), optimasi produksi merupakan pendekatan terstruktur untuk menemukan alokasi sumber daya yang paling menguntungkan, dengan tujuan memaksimalkan output atau profit sambil tetap menghormati batasan operasional. Bagi UMKM, penerapan optimasi produksi menjadi sangat vital mengingat sumber daya yang langka harus dimanfaatkan secara maksimal. Melalui proses optimasi, efisiensi operasional dapat ditingkatkan, pemborosan diminimalkan, dan daya saing produk di pasar menjadi lebih kuat. Lebih jauh lagi, strategi optimasi yang tepat membantu pelaku usaha mengelola risiko, menekan biaya produksi, serta terus meningkatkan kualitas produk secara berkesinambungan—semua itu berkontribusi pada pertumbuhan dan kelangsungan bisnis (Winkler et al., 2022).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, pendekatan berbasis matematika yang rasional dan berorientasi data menjadi solusi ideal. Santosa (2017) menjelaskan bahwa pemrograman linear adalah teknik optimasi matematis yang dirancang untuk mencari nilai ekstrem (maksimum atau minimum) dari fungsi tujuan linear, dengan mempertimbangkan serangkaian kendala yang juga bersifat linear. Metode ini sangat sesuai untuk masalah alokasi sumber daya terbatas, seperti bahan baku, waktu kerja, atau kapasitas mesin. Dalam kasus Air Tahu Ayak, pemrograman linear dapat digunakan untuk menghitung jumlah unit air tahu dan kembang tahu yang harus diproduksi agar keuntungan mencapai puncak, sambil tetap mematuhi batasan bahan baku kedelai dan kapasitas produksi harian.

Salah satu cara praktis untuk menyelesaikan model pemrograman linear adalah melalui metode grafik. Sari (2019) menyatakan bahwa metode grafik memvisualisasikan fungsi tujuan dan kendala-kendala dalam bentuk grafik dua dimensi, sehingga titik-titik feasible dapat diidentifikasi dengan jelas. Solusi optimal biasanya terletak pada salah satu titik sudut (vertex) dari daerah layak yang terbentuk. Metode ini paling efektif untuk masalah dengan dua variabel keputusan, seperti jumlah produksi air tahu (x_1) dan kembang tahu (x_2). Meskipun memiliki keterbatasan dalam menangani variabel lebih dari dua, metode grafik memberikan pemahaman visual yang intuitif dan sering digunakan sebagai langkah

awal sebelum beralih ke teknik yang lebih canggih seperti metode simpleks.

Untuk permasalahan optimasi yang lebih rumit atau melibatkan banyak kendala, perangkat lunak khusus seperti POM-QM for Windows menawarkan solusi cepat dan akurat. POM-QM adalah aplikasi manajemen operasi yang dilengkapi modul pemrograman linear, memungkinkan pengguna memasukkan data fungsi tujuan, kendala, dan koefisien dengan mudah, kemudian memperoleh hasil optimal secara otomatis (Mardiansyah, 2022). Dengan memanfaatkan POM-QM, pelaku usaha Air Tahu Ayak dapat mengidentifikasi kombinasi produksi yang memberikan laba maksimum tanpa harus melakukan perhitungan manual yang memakan waktu. Selain itu, fitur analisis sensitivitas pada perangkat lunak ini membantu memahami dampak perubahan harga bahan baku atau kapasitas terhadap keputusan optimal.

Penelitian ini tidak hanya memberikan nilai praktis bagi Air Tahu Ayak, tetapi juga menjadi acuan bagi UMKM lain yang menghadapi dilema serupa dalam pengelolaan produksi dan keuntungan. Dengan memahami dan mengadopsi teknik pemrograman linear baik melalui metode grafik untuk kasus sederhana maupun POM-QM untuk skenario kompleks pelaku usaha dapat beralih dari pengambilan keputusan berbasis intuisi menuju keputusan berbasis data yang lebih akurat dan efisien. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan menjadi referensi berharga bagi kalangan akademisi, praktisi bisnis, dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan strategi optimasi kuantitatif yang berkelanjutan, sejalan dengan judul Maksimalisasi Keuntungan Produksi Air Tahu Ayak dengan Pemrograman Linear melalui Metode Grafik dan Perangkat Lunak POM-QM.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan pandangan Luc, D. T. (2020), pemrograman linier merupakan pendekatan pemrograman yang dirancang khusus untuk menetapkan nilai maksimum atau minimum pada suatu fungsi linier, dengan tetap mematuhi serangkaian kendala yang juga berbentuk linier. Siahaan (2020) menambahkan bahwa teknik matematis ini berguna untuk menemukan jawaban paling optimal di tengah berbagai permasalahan yang kompleks, sambil memperhitungkan semua

batasan kendala yang relevan. Sementara itu, Hartama dkk. (2019) menggambarkan pemrograman linier sebagai suatu proses perhitungan matematis yang mengatur pembagian serta pemanfaatan sumber daya terbatas guna mencapai sasaran utama, seperti meningkatkan laba secara maksimal atau menekan pengeluaran seminimal mungkin. Secara umum, pemrograman linier berfungsi untuk mengubah situasi nyata di dunia usaha menjadi model kuantitatif yang mencakup fungsi tujuan berupa ekspresi linier serta beberapa kendala linier pendukung.

Dudy Effendy & Lianto (Ed.) (2022) menyatakan bahwa pemrograman linier termasuk salah satu alat matematika paling populer dalam bidang riset operasional, yang sering dijadikan fondasi bagi keputusan-keputusan manajerial. Proses alokasi sumber daya dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan aset yang ada serta tingkat kebutuhan terhadapnya, sementara tujuannya tetap pada optimalisasi profit atau pengurangan biaya operasional. Sumber daya yang dimaksud meliputi berbagai elemen seperti bahan mentah, peralatan produksi, mesin, luas ruangan, alokasi waktu, modal keuangan, hingga tenaga kerja manusia. Carter dkk. (2019) lebih lanjut menjelaskan bahwa pemrograman linier adalah subkategori khusus dari pemrograman matematika, di mana baik fungsi tujuan maupun kendalanya dapat dirumuskan sebagai fungsi linier terhadap variabel-variabel permasalahan.

Marsiti (2015) mengartikan pemrograman linier sebagai strategi penyelesaian untuk mengalokasikan sumber daya terbatas dengan cara memaksimalkan atau meminimalkan nilai tertentu, sambil menghormati beragam kendala yang diekspresikan melalui pertidaksamaan linier. Paninduri dan Syafwan (2019) melengkapi bahwa pendekatan ini efektif untuk menangani pembagian sumber daya terbatas di antara aktivitas-aktivitas yang saling bersaing, dengan mencari cara paling efisien yang dapat diterapkan. Dalam konteks penelitian tentang maksimalisasi keuntungan produksi air tahu ayak, metode yang dipilih adalah pendekatan grafik. Altien (2018) menjelaskan bahwa metode grafik cocok untuk menangani masalah pemrograman linier yang hanya melibatkan dua variabel keputusan, dengan tahapan utama berupa penggambaran garis kendala, identifikasi wilayah feasible, serta penentuan titik optimal di dalamnya. IAIN Syekh Nurjati Cirebon

(2021) menambahkan bahwa analisis grafik dilakukan melalui visualisasi semua pertidaksamaan kendala beserta syarat non-negatif, di mana solusi terbaik yang menghasilkan nilai optimal selalu terletak pada salah satu titik ekstrem wilayah layak.

Pada metode grafik, setiap batasan optimasi linier diilustrasikan sebagai garis lurus pada sistem koordinat kartesius, sehingga membentuk suatu area yang dikenal sebagai wilayah layak—yaitu kumpulan seluruh titik solusi yang memenuhi semua kendala secara bersamaan. Nilai optimal dari fungsi tujuan, baik untuk tujuan maksimalisasi maupun minimalisasi, selalu ditemukan pada titik-titik sudut atau ekstrem wilayah tersebut, karena titik-titik perpotongan batasan inilah yang menjadi kandidat utama dalam ruang solusi. Universitas Binus (2025) dalam publikasinya menyebutkan bahwa metode grafik diterapkan melalui serangkaian langkah seperti perumusan fungsi tujuan, penggambaran batasan pada grafik, serta penentuan area solusi yang memenuhi syarat.

Dalam studi ini yang berfokus pada maksimalisasi keuntungan produksi air tahu ayak, pendekatan yang digunakan adalah metode kuantitatif berbasis pemrograman linier dengan teknik grafik. Fahmi dalam buku *Pengantar Manajemen Operasi* (2020) menyatakan bahwa metode grafik merupakan langkah awal yang ideal untuk memahami konsep pemrograman linier, meskipun terbatas pada dua variabel keputusan saja, namun sangat membantu dalam menggambarkan wilayah feasible sebagai himpunan titik yang mematuhi semua sistem pertidaksamaan. Marhaeni dan Susanti dalam artikel "Penerapan Metode Grafik untuk Menyelesaikan Masalah Linear Programming pada Usaha Mikro" menekankan bahwa metode grafik adalah alat visual yang powerful untuk model matematika linier dua variabel, dengan kelebihan utama pada kemampuan menampilkan hubungan antara fungsi tujuan dan kendala secara grafis, sehingga mempermudah pencarian solusi optimal melalui identifikasi fungsi kendala serta fungsi tujuan.

Penelitian ini mengadopsi pemrograman linier metode grafik sebagai alat analisis utama untuk mengoptimalkan produksi air tahu ayak. Pemrograman linier sendiri adalah teknik kuantitatif yang mendukung pengambilan keputusan terbaik, seperti memaksimalkan laba atau meminimalkan

biaya, di tengah keterbatasan sumber daya (RACU dkk., 2022). Penggunaan pendekatan grafik dipilih karena hanya melibatkan dua variabel keputusan, sehingga memungkinkan representasi visual pada bidang dua dimensi. Komponen-komponen inti dalam pemrograman linier untuk konteks ini meliputi:

1. Variabel Keputusan

Nasution (2018) mendefinisikan variabel keputusan sebagai elemen-elemen yang menentukan besaran hasil optimal dan menjadi fokus utama model. Pada metode grafik untuk produksi air tahu ayak, hanya dua variabel yang digunakan agar dapat divisualisasikan pada koordinat dua dimensi, misalnya x sebagai jumlah unit produk utama dan y sebagai jumlah unit produk pendukung.

2. Fungsi Tujuan

Susanto (2016) menjelaskan bahwa fungsi tujuan adalah ekspresi matematika linier yang merepresentasikan target utama, seperti $Z = ax + by$, di mana a dan b adalah koefisien kontribusi masing-masing variabel terhadap keuntungan maksimal pada usaha air tahu ayak.

3. Fungsi Kendala

Purba (2017) mengartikan fungsi kendala sebagai pertidaksamaan linier yang mencerminkan batasan sumber daya, seperti ketersediaan bahan baku, kapasitas mesin, atau waktu produksi, contohnya $2x + y \leq 100$ untuk membatasi penggunaan sumber daya tertentu dalam produksi air tahu ayak.

4. Batasan Non-Negatif

Tanjung dan Sitompul (2019) menegaskan bahwa batasan $x \geq 0$ dan $y \geq 0$ diperlukan untuk menjaga realisme, karena variabel seperti jumlah produksi air tahu ayak tidak boleh bernilai negatif dalam praktik usaha.

Hadiguna (2015) dalam buku *Riset Operasi: Konsep Dasar dan Aplikasinya* merinci langkah-langkah sistematis metode grafik untuk mencapai solusi optimal pada maksimalisasi keuntungan produksi air tahu ayak, yang tidak hanya menghasilkan nilai terbaik tetapi juga memperjelas interaksi antara tujuan dan batasan:

1. Mengidentifikasi Variabel Keputusan: Tentukan variabel yang mewakili keputusan produksi air tahu ayak untuk dioptimalkan.
2. Merumuskan Fungsi Tujuan: Bangun ekspresi linier yang mencerminkan

keuntungan maksimal dari variabel-variabel tersebut.

3. Menyusun Kendala: Rumuskan semua batasan sumber daya dalam bentuk pertidaksamaan linier.
4. Menggambar Garis Kendala: Ubah pertidaksamaan menjadi persamaan dan plot sebagai garis lurus pada grafik, dengan menentukan titik potong sumbu.
5. Menentukan Wilayah Layak: Arsirlah area perpotongan semua kendala yang memenuhi syarat sebagai kandidat solusi feasible untuk produksi air tahu ayak.
6. Mengidentifikasi Titik Sudut: Temukan semua titik ekstrem pada batas wilayah layak, karena solusi optimal selalu berada di sana.
7. Menghitung Nilai Tujuan di Titik Sudut: Substitusikan setiap titik ke fungsi tujuan untuk mendapatkan nilai Z.
8. Memilih Solusi Optimal: Bandingkan nilai Z dan pilih yang tertinggi untuk maksimalisasi keuntungan.

Pendekatan grafik ini ideal untuk analisis pendahuluan pada usaha skala kecil seperti produksi air tahu ayak dengan dua variabel, karena visualisasi intuitif membantu pemahaman ruang solusi. Untuk kasus lebih rumit, metode simplex dapat menjadi alternatif. Dalam implementasi, penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak POM-QM untuk menghasilkan tabel data, grafik visual, serta analisis mendalam berdasarkan input produksi air tahu ayak yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi pada salah satu unit usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) yang beroperasi di wilayah Kota Palembang, Kalimantan Barat, yaitu Air Tahu Ayak. Usaha ini fokus pada penyediaan dua varian produk kuliner tradisional yang digemari masyarakat lokal, yakni kembang tahu dan air tahu. Kedua produk tersebut dipasarkan dengan strategi harga yang ramah di kantong konsumen, di mana satu porsi kembang tahu dibanderol seharga Rp10.000, sementara satu gelas air tahu dijual seharga Rp7.000. Tujuan utama dari studi ini adalah mengembangkan model optimasi keuntungan maksimal bagi UMKM Air

Tahu Ayak melalui penerapan pemrograman linier dengan metode grafik serta dukungan analisis komputasi menggunakan perangkat lunak POM-QM (*Production and Operations Management – Quantitative Methods*). Pendekatan ini memungkinkan visualisasi ruang solusi secara intuitif sekaligus perhitungan presisi berbasis algoritma numerik.

Untuk memberikan gambaran yang lebih konkret dan aplikatif, data primer yang diperoleh langsung dari pemilik usaha Air Tahu Ayak dirumuskan dalam bentuk contoh kasus optimasi produksi sebagai berikut:

Sebuah UMKM Air Tahu Ayak memproduksi dua jenis menu utama, yaitu kembang tahu dan air tahu, yang dijual kepada pelanggan setia. Proses produksi kembang tahu (per porsi):

- 1) 35 gram kacang kedelai
- 2) 10 gram gula pasir
- 3) 610 ml air bersih
- 4) 15 gram gula aren
- 5) Tidak menggunakan es batu
- 6) Proses produksi air tahu (per gelas):
- 7) 28 gram kacang kedelai
- 8) 28 gram gula pasir
- 9) 580 ml air bersih
- 10) 150 gram es batu
- 11) Tidak menggunakan gula aren

Ketersediaan bahan baku harian yang dimiliki oleh pengusaha:

- 1) Kacang kedelai: 10.500 gram
- 2) Gula pasir: 5.000 gram
- 3) Air bersih: 192.200 ml
- 4) Gula aren: 3.500 gram
- 5) Es batu: 20.000 gram

Kontribusi keuntungan bersih per unit produk (setelah dikurangi biaya variabel):

- 1) Kembang tahu: Rp2.200 per porsi
- 2) Air tahu: Rp2.500 per gelas

Pertanyaan penelitian:

Berapakah kombinasi jumlah produksi kembang tahu (X_1) dan air tahu (X_2) yang harus diproduksi setiap hari agar keuntungan total harian mencapai nilai maksimum dengan memanfaatkan seluruh batasan sumber daya yang tersedia?

Berdasarkan data empirik di atas, seluruh informasi dirumuskan ke dalam model matematis pemrograman linier yang terdiri dari variabel keputusan, fungsi tujuan, fungsi kendala, dan

batasan non-negatif. Berikut adalah struktur lengkap model yang dikembangkan:

1. Variabel Keputusan
 - a. X_1 = Jumlah porsi kembang tahu yang diproduksi per hari
 - b. X_2 = Jumlah gelas air tahu yang diproduksi per hari

2. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Tujuan utama adalah memaksimalkan total keuntungan harian (Z), sehingga dirumuskan sebagai:

$$Z_{maks} = 2.200 X^1 + 2.500 X^2$$

3. Fungsi Kendala (*Constraint Functions*)

Setiap sumber daya memiliki batas maksimum penggunaan harian, yang dinyatakan dalam bentuk pertidaksamaan linier sebagai berikut:

| Sumber Daya | Kendala | Batas Maksimum |
|----------------|--------------------------------|----------------|
| Kacang kedelai | $35X_1 + 28X_2 \leq 10.500$ | 10.500 gram |
| Gula pasir | $10X_1 + 28X_2 \leq 5.000$ | 5.000 gram |
| Air bersih | $610X_1 + 580X_2 \leq 192.200$ | 192.200 ml |
| Gula aren | $15X_1 \leq 3.500$ | 3.500 gram |
| Es batu | $150X_2 \leq 20.000$ | 20.000 gram |

Fungsi kendala dalam model pemrograman linier ini mencerminkan keterbatasan sumber daya harian yang tersedia pada UMKM Air Tahu Ayak, yang harus dipatuhi agar setiap kombinasi produksi kembang tahu (X_1) dan air tahu (X_2) tetap realistis dan feasible; secara spesifik, penggunaan kacang kedelai tidak boleh melebihi 10.500 gram sehingga dirumuskan sebagai $35X_1 + 28X_2 \leq 10.500$, gula pasir dibatasi hingga 5.000 gram dengan pertidaksamaan $10X_1 + 28X_2 \leq 5.000$, air bersih memiliki kapasitas maksimum 192.200 ml yang dinyatakan sebagai $610X_1 + 580X_2 \leq 192.200$, gula aren hanya digunakan untuk kembang tahu dengan batas 3.500 gram sehingga $15X_1 \leq 3.500$, serta es batu yang eksklusif untuk air tahu dibatasi hingga 20.000 gram melalui $150X_2 \leq 20.000$ —semua pertidaksamaan linier ini membentuk wilayah layak (feasible region) yang menjadi ruang solusi valid dalam optimasi keuntungan maksimal.

4. Batasan Non-Negatif (Non-Negativity Constraints)

| Produk | Kacang Kedelai (g) | Gula (g) | Air (ml) | Gula Aren (g) | Es Batu (g) | Keuntungan per Unit (Rp) |
|------------------------|--------------------|----------|----------|---------------|-------------|--------------------------|
| Kembang Tahu (X_1) | 35 | 10 | 610 | 15 | - | 2.200 |
| Air Tahu (X_2) | 28 | 28 | 580 | - | 150 | 2.500 |
| Jumlah Persediaan | 10.500 | 5.000 | 192.200 | 3.500 | 20.000 | |

Batasan non-negatif (non-negativity constraints) dalam model pemrograman linier untuk optimalisasi keuntungan UMKM Air Tahu Ayak menetapkan bahwa $X_1 \geq 0$ dan $X_2 \geq 0$, yang berarti jumlah porsi kembang tahu (X_1) dan gelas air tahu (X_2) yang diproduksi per hari tidak boleh bernilai negatif, karena secara logika operasional dan bisnis, tidak mungkin memproduksi jumlah produk minus—misalnya, memproduksi -5 porsi kembang tahu tidak memiliki makna fisik maupun ekonomis. Batasan ini memastikan semua solusi yang dihasilkan tetap realistis dan dapat diterapkan di lapangan, sekaligus membentuk sisi positif kuadran pertama pada grafik metode grafik (di mana sumbu X_1 dan X_2 dimulai dari titik origin (0,0)), sehingga wilayah layak (feasible region) hanya terbentuk pada area non-negatif yang sesuai dengan data konsumsi bahan baku per unit produk (35 gram kacang kedelai, 10 gram gula, 610 ml air, dan 15 gram gula aren untuk setiap X_1 ; serta 28 gram kacang kedelai, 28 gram gula, 580 ml air, dan 150 gram es batu untuk setiap X_2) dan total persediaan harian (10.500 gram kacang kedelai, 5.000 gram gula, 192.200 ml air, 3.500 gram gula aren, dan 20.000 gram es batu), sehingga menjamin bahwa rekomendasi produksi optimal tidak hanya matematis benar, tetapi juga layak secara praktis bagi pengusaha.

Batasan Tanda :

$$X_1 \geq 0$$

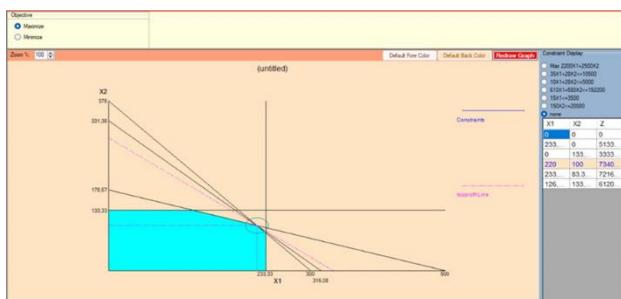
$$X_2 \geq 0$$

Apabila diinput ke software POM-QM untuk menyelesaikan program linier berikut, maka data yang akan ditampilkan adalah sebagai berikut.

| | X1 | X2 | | RHS | Dual |
|--------------|------|------|----|--------|-------|
| Maximize | 2200 | 2500 | | | |
| Constraint 1 | 35 | 28 | <= | 10500 | 52.29 |
| Constraint 2 | 10 | 28 | <= | 5000 | 37 |
| Constraint 3 | 610 | 580 | <= | 192200 | 0 |
| Constraint 4 | 15 | 0 | <= | 3500 | 0 |
| Constraint 5 | 0 | 150 | <= | 20000 | 0 |
| Solution-> | 220 | 100 | | 734000 | |

Output tabel hasil pemrograman linier pada perangkat lunak POM-QM menunjukkan solusi optimal maksimalisasi keuntungan UMKM Air Tahu Ayak, di mana variabel keputusan X_1 (kembang tahu) bernilai 220 porsi dan X_2 (air tahu) bernilai 100 gelas, menghasilkan total keuntungan maksimum sebesar Rp734.000 per hari; semua kendala sumber daya terpenuhi dengan status aktif pada Constraint 1 (kacang kedelai) dan Constraint 2 (gula pasir) yang masing-masing memiliki nilai dual 52,29 dan 37 (menandakan kontribusi marginal per unit sumber daya terhadap peningkatan Z), sementara Constraint 3 (air bersih), Constraint 4 (gula aren), dan Constraint 5 (es batu) bersifat tidak mengikat (slack > 0, dual = 0), artinya masih terdapat surplus sumber daya yang tidak terpakai penuh pada titik optimal—sehingga rekomendasi produksi ini tidak hanya memaksimalkan laba, tetapi juga efisien dalam pemanfaatan bahan baku utama yang menjadi pembatas.

Setelah data tersebut diproses lebih lanjut, maka grafik yang kami peroleh adalah sebagai berikut.



Grafik metode grafik yang dihasilkan POM-QM menggambarkan wilayah layak (feasible region) berwarna biru muda yang dibentuk oleh perpotongan lima garis kendala linier pada bidang kartesius dua dimensi (X_1 sebagai sumbu horizontal, X_2 sebagai sumbu vertikal), dengan titik-titik sudut yang dievaluasi secara otomatis; solusi optimal terletak pada titik pojok (220, 100) di mana garis isoprofit (garis tujuan $Z = 2200X_1 + 2500X_2$)

menyentuh wilayah layak pada posisi terjauh ke arah maksimalisasi, didukung oleh tabel evaluasi titik pojok di sisi kanan yang menunjukkan nilai Z tertinggi sebesar 734.000 pada koordinat tersebut—sementara titik lain seperti (0, 133,33), (100, 133), (220, 100), dan (126, 133) menghasilkan Z lebih rendah; visualisasi ini memungkinkan pemilik usaha memahami secara intuitif bagaimana batasan kacang kedelai dan gula menjadi faktor pembatas utama, sekaligus membuktikan bahwa teorema titik sudut dalam pemrograman linier berlaku sempurna pada kasus produksi Air Tahu Ayak dengan dua variabel keputusan.

b. Pembahasan

Berdasarkan analisis kuantitatif mendalam melalui penerapan pemrograman linier dengan pendekatan metode grafik, kesimpulan yang diperoleh menegaskan bahwa perencanaan produksi yang diformulasikan secara matematis mampu menghasilkan tingkat optimalisasi keuntungan yang signifikan bagi UMKM Air Tahu Ayak di Kota Palembang. Model yang dikembangkan mengintegrasikan dua variabel keputusan utama, yaitu jumlah produksi kembang tahu yang didefinisikan sebagai X_1 dan air tahu sebagai X_2 , dengan tujuan eksplisit untuk memaksimalkan nilai fungsi tujuan keuntungan sambil tetap mematuhi serangkaian kendala sumber daya yang mencakup ketersediaan bahan baku kacang kedelai, gula pasir, air bersih, gula aren, es batu, serta implikasi kapasitas operasional harian dan alokasi tenaga kerja. Hasil komputasi yang presisi menunjukkan bahwa keuntungan harian maksimum sebesar Rp734.000,00 dapat dicapai secara realistis melalui strategi produksi yang melibatkan pembuatan 220 porsi kembang tahu dan 100 gelas air tahu, di mana kombinasi ini teridentifikasi sebagai titik optimal pada wilayah layak. Proses identifikasi solusi ini difasilitasi oleh visualisasi grafik yang memungkinkan pengamatan langsung terhadap daerah feasible region serta evaluasi sistematis terhadap semua titik pojok sebagai kandidat potensial untuk nilai ekstrem, sehingga memperkuat validitas pendekatan ilmiah dalam konteks usaha skala kecil. Menurut Taha (2017), pemrograman linier merupakan instrumen optimasi yang paling

efisien dan sistematis untuk menangani masalah alokasi sumber daya terbatas, dan dalam penelitian ini, integrasi dengan perangkat lunak POM-QM for Windows telah memangkas durasi analisis secara drastis, meminimalkan risiko kesalahan manusiawi, serta meningkatkan keandalan data yang menjadi dasar pengambilan keputusan strategis.

Temuan empiris dari studi ini tidak hanya membuktikan relevansi pemrograman linier pada korporasi berskala besar, tetapi juga menegaskan aplikabilitasnya yang tinggi terhadap entitas usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) yang sering kali beroperasi di bawah keterbatasan sumber daya dan informasi. Di lingkungan UMKM, di mana proses pengambilan keputusan masih didominasi oleh kebiasaan tradisional, intuisi pengalaman, atau estimasi kasar tanpa dasar kuantitatif, pendekatan berbasis model matematis seperti ini muncul sebagai alat transformasional yang mampu mengubah paradigma manajerial menuju arah yang lebih rasional, terukur, dan berorientasi pada efisiensi. Pandangan Render, Stair, dan Hanna (2015) semakin memperkuat argumen ini dengan menyatakan bahwa teknik kuantitatif seperti pemrograman linier berfungsi sebagai katalisator untuk menyusun proses manajerial yang lebih terstruktur, objektif, dan bebas dari bias subjektif. Dalam kasus Air Tahu Ayak, implementasi model ini berhasil mengidentifikasi peluang pengurangan pemborosan bahan baku utama seperti kacang kedelai dan gula pasir yang menjadi kendala aktif, sekaligus mengoptimalkan utilisasi tenaga kerja serta kapasitas produksi harian tanpa membebani operasional secara berlebihan. Lebih lanjut, kesederhanaan visual metode grafik – yang hanya memerlukan pemahaman dasar tentang garis kendala dan wilayah layak – menjadikannya instrumen yang sangat ramah bagi pelaku UMKM dengan latar belakang pendidikan teknis yang terbatas, sehingga memperluas aksesibilitas ilmu operasi riset ke tingkat grassroots ekonomi.

Keberhasilan penerapan metode grafik dalam konteks produksi UMKM ini menjadi bukti nyata bahwa pendekatan ilmiah tidak lagi eksklusif untuk institusi besar dengan sumber daya melimpah, melainkan dapat diadopsi secara praktis, hemat biaya, dan memberikan dampak

langsung pada kinerja usaha. Dengan memetakan batasan operasional dan potensi maksimal melalui representasi matematis yang jelas, pemilik UMKM seperti Air Tahu Ayak kini dapat mengandalkan data valid sebagai fondasi keputusan, bukan sekadar asumsi atau trial-and-error yang berisiko tinggi. Pernyataan Heizer dan Render (2016) dalam literatur manajemen operasi semakin mengukuhkan temuan ini, bahwa analisis kuantitatif berperan krusial dalam meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan jangka panjang serta membangun keunggulan kompetitif yang berkelanjutan di tengah dinamika pasar. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak hanya menjadi milestone bagi subjek penelitian, tetapi juga diharapkan berfungsi sebagai blueprint strategis yang inspiratif bagi ribuan UMKM serupa di Indonesia untuk mulai mengintegrasikan pemrograman linier – baik melalui metode grafik maupun simplex – dalam berbagai domain manajemen, mulai dari perencanaan produksi harian hingga pengelolaan inventori, optimasi rute distribusi, dan bahkan strategi pemasaran berbasis data pelanggan.

Dengan demikian, adopsi luas metode ilmiah semacam ini berpotensi menciptakan gelombang transformasi positif di sektor UMKM nasional, di mana efisiensi operasional menjadi kunci utama untuk bertahan dan berkembang di era ekonomi digital yang kompetitif. Melalui visualisasi sederhana dan output numerik yang akurat dari POM-QM, pelaku usaha dapat memantau sensitivitas model terhadap perubahan harga bahan baku atau permintaan pasar, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas bisnis. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan analisis sensitivitas untuk mengantisipasi fluktuasi musiman atau simulasi skenario "what-if" untuk ekspansi produk baru. Pada akhirnya, ketika UMKM mulai berpindah dari pengelolaan intuitif menuju pengelolaan berbasis data, mereka tidak hanya meningkatkan profitabilitas individu, tetapi juga berkontribusi pada ketahanan ekonomi lokal yang lebih kuat.

Keberhasilan model ini menegaskan bahwa investasi minimal pada tools analisis kuantitatif – seperti lisensi POM-QM atau bahkan spreadsheet sederhana – dapat menghasilkan return on

investment yang luar biasa dalam bentuk peningkatan laba, penghematan sumber daya, dan penguatan daya saing. Bagi UMKM Air Tahu Ayak, rekomendasi produksi 220 porsi kembang tahu dan 100 gelas air tahu bukan sekadar angka, melainkan panduan operasional harian yang dapat langsung diterapkan untuk mencapai target Rp734.000 keuntungan tanpa melampaui batas bahan baku. Temuan ini menjadi bukti empiris bahwa ilmu manajemen operasi, yang sering dianggap kompleks, dapat didemokratisasi untuk memberdayakan pelaku ekonomi kecil.

Penelitian ini mengajak seluruh ekosistem UMKM Indonesia untuk melihat pemrograman linier tidak sebagai teori akademis semata, tetapi sebagai senjata strategis yang terjangkau dan powerful untuk menghadapi tantangan ekonomi kontemporer. Dengan penerapan yang konsisten, UMKM tidak hanya akan lebih berkelanjutan dan profitabel, tetapi juga lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan bisnis, sehingga mampu bersaing secara global meskipun berawal dari skala lokal seperti sebuah gerai Air Tahu Ayak di Palembang. Transformasi ini, jika direplikasi secara masif, berpotensi menjadi katalisator bagi pertumbuhan ekonomi inklusif yang didorong oleh inovasi berbasis data di tingkat akar rumput.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan strategi produksi yang dapat memaksimalkan keuntungan bagi UMKM Air Tahu Ayak, salah satu UMKM yang menjual kuliner tradisional khas Tionghoa di Kota Palembang yang memproduksi air tahu dan kembang tahu. Dalam menghadapi keterbatasan sumber daya, digunakan pendekatan kuantitatif melalui metode pemrograman linear yang dijadikan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan produksi. Metode grafik digunakan untuk menyelesaikan model matematis yang telah dirumuskan, dengan mempertimbangkan seluruh kendala yang relevan. Untuk meningkatkan tingkat akurasi dan efisiensi dalam proses perhitungan serta analisis data, digunakan perangkat lunak POM-QM for Windows sebagai alat bantu dalam perhitungan dan pencarian solusi optimal.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat kita lihat bahwa kombinasi produksi yang memberikan keuntungan maksimal adalah dengan

memproduksi 220 unit kembang tahu (X_1) dan 100 unit air tahu (X_2), yang dapat memberikan total keuntungan maksimal sebesar Rp734.000,00. Solusi ini diperoleh melalui proses perhitungan yang mempertimbangkan kendala nyata dalam operasional UMKM Air Tahu Ayak. Implementasi pemrograman linear metode grafik yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan wilayah solusi yang layak untuk pengambilan keputusan, sementara penggunaan teknologi seperti POM-QM memudahkan dalam proses perhitungan dan meminimalkan kemungkinan kesalahan dalam perhitungan data.

Dengan demikian, melalui penelitian ini membuktikan bahwa pemrograman linear dapat menjadi alat yang efektif untuk mendukung pelaku UMKM dalam melakukan pengambilan keputusan produksi, khususnya bagi usaha yang ingin mengoptimalkan keuntungan dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki. Penerapan perhitungan melalui pemrograman linear metode grafik yang dibantu oleh perangkat lunak POM-QM tidak hanya memberikan solusi optimal bagi UMKM Air Tahu Ayak, tetapi juga dapat menjadi solusi bagi UMKM lain yang memiliki karakteristik serupa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengembangan strategi produksi yang sistematis, efisien, berbasis pada data, dan berorientasi pada keuntungan yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Altien. (2018). Program linear. FMIPA Universitas Sam Ratulangi.
- Anas, Z., & Faisol, F. (2024). THE EFFECT OF PROMOTION AND SERVICE QUALITY ON REPURCHASE DECISION: CASE STUDY LYCO COFFE AND PLACE CONSUMERS AT SAMPANG. *IJMA (Indonesian Journal of Management and Accounting)*, 5(2), 548-556.
- Carter, M. W., Price, C. C., & Ketchen, L. A. (2019). Riset operasi: Sebuah pendekatan praktis. Jakarta: Penerbit Buku Ilmiah.
- Effendy, D., & Lianto (Ed.). (2022). Operational research I: For business and economics students.
- Faisol, F., Qomariyah, N., Maisaroh, S., Aminullah, M., & Romadhon, M. A. S. (2024). Menelusik Strategi Badan Usaha Milik Desa dalam Meningkatkan Pendapatan Asli Desa. *Hatta: Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Ilmu*

- Ekonomi, 2(2), 91-100.
- Faisol, F., & Alim, M. N. (2024). Analysis of the Fraud Prevention Model at KSPP Syariah BMT NU Torjun Branch. *ILTIZAM Journal of Shariah Economics Research*, 8(1), 38-49.
- Fahmi, I. (2020). *Pengantar manajemen operasi*. Bandung: Alfabeta.
- Ginting, R., Khatami, M., & Malik, A. F. (2020). Balancing the production line using the ergonomic approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 801(1), 012107. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012107>
- Hadiguna, R. A. (2015). *Riset operasi: Konsep dasar dan aplikasinya*. Yogyakarta: Andi.
- Hartama, D., Andani, S. R., Pradana, T. A. Y., & Musti Ayu, E. (2019). *Riset operasi: Optimalisasi produksi menggunakan metode simpleks & metode grafik*. Jakarta: Penerbit Buku Ilmiah.
- Heizer, J., & Render, B. (2016). *Operations management (11th ed.)*. Pearson Education.
- IAIN Syekh Nurjati Cirebon. (2021). *Pengantar program linier*. Repository IAIN Syekh Nurjati Cirebon.
- Kanchana, R., Sonia, G. N., Patel, M., Naik, S. V., Naik, A., & Naik, M. V. (2018). Alternative protein source for resource sustainability. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*.
- Luc, D. T. (2020). *Introduction to linear programming and optimization*. New York: Academic Press.
- Mardiansyah, M. (2022). Analisis perencanaan produksi mebel menggunakan software POM dengan metode linear programming. *IMTechno Journal of Industrial Management and Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.31294/imtechno.v3i1.565>
- Marhaeni, N. P., & Susanti, N. W. (2018). Penerapan metode grafik untuk menyelesaikan masalah linear programming pada usaha mikro. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 14(2), 45-52.
- Marsiti. (2015). *Metode grafik minimum*. Academia.edu.
- Nasution, M. N. (2018). *Riset operasi*. Yogyakarta: Andi.
- Ongbali, S., Oladipupo, S., Afolalu, S., Udo, M. O., & Leramo, R. O. (2021). Material efficiency: A key sustainable manufacturing strategy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1036(1), 012078. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1036/1/012078>
- Paninduri, R., & Syafwan, M. (2019). *Makalah optimasi produksi dengan program linear*. ResearchGate.
- Purba, H. J. (2017). *Riset operasi untuk manajemen dan ekonomi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Racu, I., Leri, I., Morgan, S. E., Plaxco, D., & Moncarz, P. E. (2022). Application of linear programming for decision making to business in Whao Beverages Nig. Ltd. *American Journal of Applied Mathematics*, 10(3), 61-69. <https://doi.org/10.11648/j.ajam.20221003.11>
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2015). *Quantitative analysis for management (12th ed.)*. Pearson Education.
- Réveillac, J.-M. (2015). Linear programming. In *Business and Market Intelligence* (pp. 141-154). <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-049-2.50008-6>
- Santosa, B. (2017). *Pemrograman linear: Teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sari, R. (2019). *Pemrograman linear dan integer*. Bandung: Alfabeta.
- Siahaan, R. (2020). *Metode pemrograman linear dalam pengambilan keputusan*. Medan: Pustaka Setia.
- Sukanto, A. (2016). *Manajemen produksi dan operasi*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Susanto, H. (2016). *Pengantar riset operasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction (10th ed.)*. Pearson Education.
- Tambunan, T. H. (2015). *Usaha mikro, kecil dan menengah di Indonesia: Isu-isu penting*. Jakarta: LP3ES.
- Tanjung, H., & Sitompul, A. (2019). *Riset operasi: Teori dan aplikasi*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Winkler, H., Franke, F., Franke, S., & Riedel, R. (2022). Optimization of production processes in SMEs: Practical methodology for the acquisition of process information. In *Digitalization of SME in Manufacturing* (pp. 113-129). https://doi.org/10.1007/978-3-031-16407-1_7