

---

---

# Journal Of Industrial Engineering And Technology (Jointech) Universitas Muria Kudus

*Journal homepage :*  
<http://journal.UMK.ac.id/index.php/jointech>

---

---

## OPTIMALITAS PRODUKSI PERTANIAN *OPEN FIELD* MENGUNAKAN ALGORITMA SIMPLEKS

Ridwan Awalian Firdaus<sup>1,\*</sup>, Janudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Raya Tengah No.80 Gedong Jakarta Timur 13760

<sup>2</sup>Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Raya Tengah No.80 Gedong Jakarta Timur 13760

\* email Koredpondensi : ridwanawalianfirdaus@gmail.com

---

### INFO ARTIKEL

*Article history :*

Received : 22 April 2025

Accepted : 21 Juni 2025

---

Kata Kunci:

*Optimization, Linear  
Programming, Simplex  
Algorithm, Agricultural  
Production*

---

### ABSTRAK

This study applies the simplex algorithm in the agricultural sector. The variables of this study are the number of trees to be planted from the following types of plants: servo tomatoes (*Solanum Lycopersicum*), bonanza corn (*Zea Mays Saccharata Sturt*), red chili (*Capsicum Annum L*), purple eggplant (*Solanum Melongena L*), and chayote (*Cucurbita Maxima L*). This study involves mathematical functions, namely the objective function and the constraint function. The objective function represents the maximum profit that can be achieved by knowing the profit parameters for each tree. While the constraint function is the limitation of resources including land area, water requirements, and production costs. This study aims to determine the optimum profit of open land agricultural products and to find out how many trees should be planted in one planting season plan. This type of research is quantitative and uses data collection methods, namely interviews and observations. Interviews were conducted to collect production cost data while observations were conducted to obtain data on land area, planting distance, and water requirements. The optimization method used is a linear program with a simplex algorithm. The tool for data analysis uses LINGO 19.0 which is a simple, accurate software that is often used for linear programming problems. The results of the study obtained a maximum profit of Rp. 76,422,000. This value is Rp 8,605,750 higher than the plantation plan. The optimal number of trees to be planted is 950 (tomatoes), 1,250 (corn), 550 (red chili), 591 (eggplant), and 319 (pumpkin).

---

## PENDAHULUAN

Pertanian tidak harus dikembangkan di pedesaan. Kawasan perkotaan pun dapat dimanfaatkan untuk menyuplai kebutuhan pangan walaupun tidak sebesar di pedesaan. Meningkatnya kegiatan ekonomi di wilayah perkotaan menyebabkan semakin tingginya perpindahan penduduk dari desa ke kota (Isti Fajaroh, Eko Murdiyanto, 2019). Daerah perkotaan seperti Kawasan Jabodetabek umumnya tidak memiliki lahan pertanian yang luas karena sudah habis untuk gedung, perkantoran, perumahan, dan jalan. Selama ini untuk menunjang kebutuhan pangan masyarakat kota harus didatangkan dari pedesaan. Keterbatasan lahan tersebut mengakibatkan ketergantungan pangan masyarakat kota terhadap desa sangat tinggi. Oleh karena itu perlu memanfaatkan lahan-lahan sempit secara optimal. Ilmu pertanian bukan hanya mempelajari tentang bercocok tanam tetapi suatu ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang pertanian (Arifin, 2015). Pertanian perkotaan yang sering di sebut urban farming, merupakan salah satu fenomena yang saat ini berkembang di kawasan perkotaan untuk mengatasi minimnya lahan pertanian di perkotaan dengan menggunakan teknologi tepat guna, Praktik pengembangan pertanian perkotaan diharapkan dapat diterapkan dengan konsep pembangunan perkotaan yang berkelanjutan (Sugihartini et al., 2023).

Dikutip dari Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Bogor, ada beberapa model pertanian perkotaan, yaitu:

- Model pertanian di daerah kumuh dan miskin
- Model pertanian di daerah lahan tidur
- Model pertanian di pemukiman berbasis pekarangan
- Model pertanian di daerah penyangga/ruang terbuka hijau/lahan terbuka perkotaan, jalur hijau

Model pertanian di atas sangat tepat untuk menunjang ketahanan pangan serta meningkatkan perekonomian masyarakat perkotaan. Penelitian ini dapat melihat peluang pertanian *open field* sebagai cara yang fungsional dan rasional untuk mengatur pertanian pada masa ketika pekerjaan sebagian besar belum termechanisasi (Karsvall et al., 2023). Di perkotaan terdapat usaha yang berbasis pertanian yang selalu tidak lepas dari inovasi. Adapun inovasi tersebut misalnya inovasi benih, inovasi teknologi pertanian dan inovasi pemasaran. Inovasi benih bertujuan menghasilkan tanaman produktif cepat panen di tengah keterbatasan lahan. Inovasi teknologi dengan memanfaatkan teknologi informasi karena umumnya masyarakat perkotaan sangat tergantung dengan adanya informasi update (Balitbang Pertanian, 2020)

Salah satu industri pertanian yang eksis di kawasan perkotaan Jabodetabek adalah PT. Mas Miracle Farm. Perusahaan ini berperan aktif dalam memajukan pertanian di Indonesia dengan memanfaatkan Teknologi Informasi. Implementasi teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pertanian, sehingga dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan sektor ini. Perusahaan ini bergerak di bidang produksi pertanian (*open field* dan *green house*), budidaya perikanan. Selain itu juga perusahaan ini memperluas inovasi pemasaran melalui wisata edukasi pertanian.

Lahan PT Miracle ini menggunakan lahan terbuka seluas  $\pm 5$  hektar di dekat pintu tol Cimanggis, Depok. Lahan tersebut belum dapat digunakan secara optimal baru dimanfaatkan sekitar 2 hektar saja. Dengan lahan aktif sekitar 2 hektar ini merupakan salah satu keterbatasan resources yang harus dioptimalkan sebaik mungkin. Selain itu keterbatasan

tenaga kerja, biaya produksi, pasokan air dan suplai listrik juga hal yang ikut menjadi *resources* yang dioptimalkan.

Salah satu fokus utama PT. Mas Miracle Farm adalah memaksimalkan keuntungan melalui pengelolaan yang cermat terhadap variabel keputusan dalam fungsi objektif. Parameter harga jual dari setiap jenis tanaman menjadi salah satu faktor kunci dalam menentukan strategi yang akan diambil. Dengan menganalisis harga pasar dan permintaan konsumen, perusahaan dapat merumuskan langkah-langkah yang tepat untuk meningkatkan pendapatan. Hal ini juga mencakup pemilihan jenis tanaman yang memiliki nilai jual tinggi dan potensi pasar yang baik.

Dalam konteks pertanian *open field*, PT. Mas Miracle Farm menghadapi tantangan signifikan yang dapat mempengaruhi keberhasilan operasionalnya. Luas lahan yang terbatas menjadi salah satu kendala utama, karena hal ini dapat membatasi jumlah tanaman yang dapat ditanam dan, pada gilirannya, mempengaruhi total hasil panen. Dengan kapasitas produksi yang terbatas, perusahaan harus cermat dalam memilih jenis tanaman yang akan ditanam, serta mempertimbangkan rotasi tanaman untuk memaksimalkan hasil dari lahan yang ada. Strategi ini memerlukan analisis mendalam mengenai kondisi tanah, iklim, dan permintaan pasar untuk memastikan bahwa setiap inci lahan dimanfaatkan secara optimal.

Selain itu, biaya produksi yang tinggi juga menjadi tantangan yang tidak bisa diabaikan. Biaya yang terkait dengan input pertanian, seperti pupuk, pestisida, dan tenaga kerja, dapat menggerus margin keuntungan yang diharapkan. Untuk mengatasi masalah ini, PT. Mas Miracle Farm perlu melakukan perencanaan yang matang dan efisien dalam pengelolaan sumber daya. Penggunaan teknologi pertanian modern, seperti sistem irigasi yang hemat air dan pemantauan penggunaan listrik, dapat membantu menekan biaya operasional. Dengan pendekatan yang strategis dan inovatif, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memastikan keberlanjutan usaha pertanian di tengah tantangan yang ada. Pengolahan usaha tani meliputi kemampuan petani dalam menentukan dan mengkoordinasikan faktor-faktor produksi yang bermacam-macam seefektif mungkin sehingga produksi pertanian memberikan hasil yang lebih baik (Ummah, 2019).

Program linear merupakan metode optimasi yang cocok untuk permasalahan di PT MAS Miracle ini. Program linear merupakan metode optimasi dengan pendekatan fungsi linear dengan tujuan mendapatkan solusi yang optimum tetapi dibatasi oleh beberapa kendala (Firdaus et al., 2024). Terkait dengan penelitian di PT MAS Miracle ini bertujuan menentukan jumlah komoditi pertanian yang optimal supaya menghasilkan keuntungan maksimal. Untuk mencapai keuntungan maksimal itu terkendala oleh keterbatasan sumberdaya berupa keterbatasan lahan, keterbatasan air, dan pesanan yang harus dipenuhi.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena program linear terdiri atas seperangkat model matematika dengan variabel yang berupa data kuantitatif. Menurut Sugiyono, dikutip dari Hardani (2020), metode penelitian kuantitatif digunakan untuk menganalisis sampel dan populasi, serta menyajikan data dalam bentuk angka-angka yang mencerminkan hasil penelitian. Pada penelitian ini menggunakan variabel berupa angka yang merupakan representasi dari jumlah pohon yang harus di tanam. Sampel diambil dari pengukuran jarak tanam pada beberapa titik lahan.

Seluruh proses penelitian direncanakan akan berlangsung selama masa periode tanam yaitu 6 bulan. Dalam periode ini, peneliti akan mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan menyusun laporan yang mencakup temuan-temuan penting terkait Optimalitas produksi

pertanian *open field*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan pertanian pada PT. Mas Miracle Farm.

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer dalam penelitian ini merujuk pada informasi yang diperoleh langsung dari sumbernya melalui metode pengumpulan data yang aktif, seperti wawancara dan observasi. Dalam konteks ini, wawancara dilakukan dengan pihak pengelola pertanian yakni Mas Miracle Farm. Wawancara dilakukan untuk mendapat gambaran dari biaya produksi tiap tanaman serta permintaan pasar yang harus dipenuhi. Sedangkan observasi dilakukan untuk mengetahui gambaran luas lahan, jarak tanam dan kebutuhan air untuk tanaman.

Data sekunder ini berfungsi untuk melengkapi dan mendukung data primer yang telah dikumpulkan. Dengan menganalisis literatur yang relevan, peneliti dapat memperoleh wawasan tambahan mengenai teori dan praktik yang telah ada, serta membandingkan temuan dari penelitian ini dengan studi-studi sebelumnya. Data sekunder dalam penelitian ini berupa luas lahan total beserta petanya. Selain itu data iteratur tentang karakteristik tanaman yang dijadikan variabel untuk mendapatkan data-data yang berhubungan dengan objek penelitian. Data sekunder yaitu pendekatan dengan hasil sudah dalam bentuk olahan data yang diperoleh secara tidak langsung. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen-dokumen grafis (tabel, catatan, notulen rapat, SMS, dan lain-lain), foto-foto, film, rekaman video, benda-benda dan lain-lain yang dapat memperkaya data primer (Suharsimi Arikunto, 2010).

Selain itu terdapat metode pengolahan data menggunakan program linier dengan algoritma simpleks.

### **Program Linier**

Metode program linier menyediakan cara untuk memilih titik layak yang terbaik diantara sekian banyak titik layak yang berjumlah sangat besar. Solusi dari program linear ini ditemukan dengan mencari sejumlah titik layak dasar (Lerman et al., 2005).

Permasalahan program linear mempunyai model yang terdiri dari fungsi objektif (tujuan) dan fungsi kendala (batasan). Model matematika merupakan ungkapan suatu masalah dalam bahasa matematika (Hardani, Helmina Andriani, Jumari Ustiawaty, Evi Fatmi Utami, Ria Rahmatul Istiqomah, Roushandy Asri Fardani, Dhika Juliana Sukmana, 2020) Adapun tahapan untuk menyusun model matematika dari program linear yaitu: (1) Menentukan tipe dari masalah (2) Mendefinisikan variabel keputusan (3) Merumuskan fungsi tujuan (4) Merumuskan kendala (4) Persyaratan nonnegatif

Adapun (Islam et al., 2018) menuliskan bentuk umum dari permasalahan program linear:

Fungsi objektif :

$$\max/\min Z = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$$

Fungsi kendala :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n [\leq, =, \geq] b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n [\leq, =, \geq] b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3n}x_n [\leq, =, \geq] b_3$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n [\leq, =, \geq] b_m$$

Syarat:  $x_j \geq 0 \quad j = 1,2,3, \dots$ ,

Dengan  $x_j$  merupakan variabel keputusan yang jumlahnya akan berpengaruh pada keoptimalan. Variabel yang akan dipilih ini harus memenuhi syarat batas serta merupakan titik layak, yaitu titik yang memenuhi pada fungsi kendala.

Pada pemodelan permasalahan program linear terdapat 3 komponen utama yaitu: variabel keputusan, fungsi kendala dan fungsi objektif. Variabel Keputusan adalah peubah yang merupakan objek yang akan dikontrol secara kuantitas dalam suatu sistem program linear. Dalam hal ini peubah harus bersifat non-negatif. Variabel keputusan ini adalah variabel yang bersifat fisibel yaitu yang memenuhi segala kriteria dari fungsi kendala.

Adapun fungsi kendala merupakan bentuk ekspresi matematis yang menggambarkan kriteria dari aktifitas yang melibatkan variabel keputusan beserta segala kendala/batasannya dalam permasalahan program linear. Fungsi kendala ini berupa kombinasi linear yang terdiri atas  $m$  pembatas dan  $n$  variabel keputusan. Ekspresi dari bentuk linear ini tidak harus pertidaksamaan tetapi dapat pula berbentuk persamaan. Tujuan dari fungsi kendala ini menyediakan variabel keputusan yang fisibel (memenuhi kriteria).

Fungsi tujuan/objektif adalah perwujudan dari tujuan yang ingin dicapai dari permasalahan program linear. Tujuan dari fungsi ini menentukan nilai yang optimum (bisa maksimum atau minimum). Fungsi ini berupa persamaan linear dengan variabel keputusan disertai parameter sebagai koefisiennya. Fungsi ini akan menyeleksi setiap solusi fisibel yang didapatkan dari fungsi kendala untuk ditentukan nilai optimumnya.

### Algoritma Simpleks

Untuk menyelesaikan solusi permasalahan program linear yang kompleks dan multivariat menggunakan metode simpleks. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh George B. Dantzig pada tahun 1947 dan telah diperbaiki oleh beberapa ahli lain. Metode penyelesaian dari metode simpleks ini melalui perhitungan ulang (iteration) di mana langkah-langkah perhitungan yang sama diulang-ulang sebelum solusi optimal diperoleh. Penentuan solusi optimal menggunakan metode simpleks didasarkan pada teknik eliminasi Gauss Jordan. Penentuan solusi optimal dilakukan dengan memeriksa titik ekstrem satu per satu dengan cara perhitungan iteratif. Sehingga penentuan solusi optimal dengan simpleks dilakukan tahap demi tahap yang disebut dengan iterasi.

Metode simpleks bekerja secara algoritmik dimulai dari solusi fisibel awal kemudian bergerak mencari solusi yang lebih baik. Langkah iterasi akan berhenti ketika ditemukan solusi optimum. mengemukakan algoritma simpleks dalam beberapa langkah”

#### Langkah 1 :

- ✓ Mengubah model matematika program linear ke dalam bentuk standar dengan menambahkan variabel slack, surplus, atau artifisial.
- ✓ Tambahkan nilai koefisien variabel tersebut pada fungsi objektif

#### Langkah 2 :

- ✓ Menyusun tabel simpleks awal untuk menentukan solusi fisibel awal. Pada langkah ini menyimpan nilai-nilai koefisien fungsi objektif ( $c_j$ ).
- ✓ Menginisiasi variabel dasar fisibel awal, nilai variabel tersebut ( $B_i$ ) beserta koefisiennya ( $C_{B_i}$ ). Dan menyimpan koefisien dari sistem persamaan liniernya.
- ✓ Hitung nilai  $Z$  yang didapat dari  $Z = \sum C_{B_i} \cdot x_{B_i}$

**Langkah 3 :**

- ✓ Hitung nilai  $Z$  yang didapat dari  $Z = \sum C_{B_i} \cdot x_{B_i}$
- ✓ Menghitung nilai  $z_j$  yang didapat dengan cara  $z_j = \sum C_{B_i} \cdot x_j$
- ✓ Menghitung  $c_j - z_j$

**Langkah 4 :**

Untuk permasalahan **memaksimumkan**:

Periksa pada setiap kolom variabel apakah masih ada nilai  $c_j - z_j > 0$

Jika tidak ada maka solusi sudah optimal, jika tidak maka lanjutkan ke langkah 5

Untuk permasalahan **meminimumkan**:

Periksa pada setiap kolom variabel apakah masih ada nilai  $c_j - z_j < 0$

Jika tidak ada maka solusi sudah optimal, jika tidak maka lanjutkan ke langkah 5

**Langkah 5 :**

- ✓ Memilih baris kunci yaitu baris yang memiliki rasio minimal yang dihitung

$$\frac{x_{B_r}}{a_{r_j}} = \min \left\{ \frac{x_{B_i}}{a_{r_j}}, a_{r_j} > 0 \right\}$$

- ✓ Jika semua  $a_{r_j} < 0$  maka sistem mempunyai solusi tak terbatas dan hentikan algoritma
- ✓ Menentukan kolom kunci dengan ketentuan:  
Kasus memaksimumkan:  $c_j - z_j = \max\{(c_j - z_j); c_j - z_j > 0\}$   
Kasus meminimumkan:  $c_j - z_j = \min\{(c_j - z_j); c_j - z_j < 0\}$

**Langkah 6**

Menentukan elemen kunci (pivot) melalui perpotongan antara kolom kunci dengan baris kunci.

**Langkah 7 :**

- ✓ Mengubah elemen kunci dengan bilangan 1 dengan cara membagi dengan nilai pivot
- ✓ Mengganti nilai-nilai baris yang ada pada tabel melalui operasi baris elementer dengan menggunakan rumus perintah baris:
  - $\text{baris baru} = \text{baris lama} \pm \text{pivot} \times \text{angka baris baru}$
- ✓ Ulangi langkah 4

Untuk analisis data menggunakan bantuan software LINGO 19.0 x.64. Software ini salah satu dari sekian banyak software untuk permasalahan *linear programming*. Adapun keunggulan dari LINGO 19 ini sebagai berikut: 1) Ekspresi model mudah. 2) Opsi data yang nyaman. 3) Pemecah masalah yang kuat. 4) Library bantuan dan dukungan yang luas,

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan dibuat dahulu model matematikanya yang terdiri dari: variable keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala. Untuk menyusun model matematika perlu didefinisikan variable keputusan yaitu variabel yang digunakan untuk mewakili unit yang akan dikendalikan kuantitasnya. Unit yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah banyaknya pohon dari tiap jenis tanaman yang dibudidayakan di Miracle Farm. Adapun jenis tanaman yang diproduksi dengan system openfield yaitu: tomat servo (*Solanum Lycopersicum*), jagung bonanza (*Zea Mays Saccharata Sturt*), cabe merah (*Capsicum Annum L*), terong ungu (*Solanum Melongena L*), dan labu kabocha (*Cucurbita Maxima L*). Dengan demikian variabel keputusannya dalam hal ini:

- $x_1$  Mewakili banyak pohon tomat servo yang harus ditanam
- $x_2$  Mewakili banyak pohon jagung bonanza yang harus ditanam
- $x_3$  Mewakili banyak pohon cabe merah yang harus ditanam
- $x_4$  Mewakili banyak pohon terong ungu yang harus ditanam
- $x_5$  Mewakili banyak pohon labu kabocha yang harus ditanam

Setelah menentukan variabel keputusan, dirumuskan fungsi objektif dan fungsi kendala. Tujuan dari fungsi objektif dalam penelitian ini memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dari kombinasi jumlah tanaman yang optimal setelah dikaitkan dengan keuntungan tiap pohon tanam sebagai parameter.

$$\max Z = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5$$

- $c_1$  Menyatakan keuntungan dari tiap pohon tomat servo
- $c_2$  Menyatakan keuntungan dari tiap pohon jagung bonanza
- $c_3$  Menyatakan keuntungan dari tiap pohon cabe merah
- $c_4$  Menyatakan keuntungan dari tiap pohon terong ungu
- $c_5$  Menyatakan keuntungan dari tiap pohon labu kabocha

Menurut (Astuti, 2017) secara umum pendapatan bersih atau keuntungan merupakan selisih antara pendapatan kotor dengan pengeluaran total. Secara teknis, keuntungan dihitung dari hasil pengurangan antara total penerimaan (*total revenue*) dengan total biaya (*total cost*). Kemudian dalam analisis ekonomi digolongkan juga digolongkan sebagai *fixed cost* (biaya tetap) dan *variable cost* (biaya tidak tetap). Adapun keuntungan secara sederhana dirumuskan dalam persamaan di bawah ini:

$$\text{Keuntungan} = \text{Total Revenue} - \text{Total Cost}$$

Kemudian terdapat fungsi kendala yang membatasi variabel keputusan menjadi daerah feasible saja. Adapun dalam penelitian ini terdapat beberapa kendala dari sumber daya yang terbatas yaitu: luas lahan, kebutuhan air, permintaan pasar, dan biaya produksi.

### **Jarak Tanam dan Luas Lahan**

Faktor produksi utama dalam pertanian openfield adalah lahan. Akan kita analisis dahulu kondisi lahan di PT Miracle Farm. Lahan yang dimiliki seluas 5 hektar sedangkan yang baru digarap sekitar 2 hektar. Dari lahan produktif tersebut sebagian besar berupa lahan openfield (kurang lebih 12000 m<sup>2</sup>) selebihnya digunakan untuk kantor, tempat parkir tamu, wisma, greenhouse dan tempat budidaya ikan. Jarak tanaman segi empat 30 cm x (5-10 cm) merupakan jarak tanam rapat, yang dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman melalui peningkatan jumlah populasi. Sektor pertanian merupakan sektor yang paling banyak menerapkan tenaga kerja Indonesia (Lilis S. Gultom, Nelly MR Sinaga, 2023) . Hal ini dapat dilaksanakan apabila varietas yang digunakan merupakan varietas-varietas yang tahan hama dan penyakit, tahan rebah dan tahan naungan, selain ketersediaan benih cukup, air tersedia dan modal cukup (Makarim & Ikhwan, 2012).

Adapun lahan openfield terbagi seluas 6131 m<sup>2</sup> untuk non-cabai dan khusus untuk cabai seluas 5476 m<sup>2</sup>. Lahan openfield diperuntukkan untuk jenis tanaman tomat, jagung, cabai, terong dan labu. Sedangkan greenhouse diperuntukkan untuk sayuran hidroponik seperti bayam ungu, selada, pakcoy dan kangkung. Selain tanaman hidroponik, greenhouse juga diperuntukkan untuk tanaman melon chamoe. Pada penelitian ini membahas optimalitas tanaman yang lahan openfield saja. Sehingga permasalahan ini dibatasi pada pertanian openfield saja.

Selama musim tanam, setiap jenis tanaman diatur pada petak-petak lahan dengan lahan masing-masing, tujuannya untuk memudahkan pengelompokkan, pemupukan, perawatan dan pemanenan. Pengukuran jarak tanam ini sekaligus juga untuk menentukan luas tanah yang dibutuhkan tiap pohonnya. Contohnya pada jarak tanam tomat yaitu 50 cm x 50 cm didapatkan banyak pohon tomat sebanyak 4 batang pada setiap meter persegi. Oleh karena itu jika hasil pengukuran pada petakan tomat seluas 1375 m<sup>2</sup> maka jumlah maksimum pohon tomat sebanyak 5500 pohon.

Tim peneliti melakukan observasi luas lahan maksimal tiap petak lahan menggunakan bantuan GPS. Sekaligus melakukan kalibrasi pengukuran jarak tanam dan memadukan dengan literatur. Sehingga didapatkan hasil data jarak tanam, luas per pohon, dan jumlah pohon maksimum direkapitulasi dalam tabel di bawah:

Tabel 1 : Luasan Lahan yang digunakan untuk *Openfield*

<b>Nama Tanaman</b>	<b>Jarak Tanam (cm x cm)</b>	<b>Luas per pohon (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Banyak Pohon per m<sup>2</sup></b>	<b>Luas Lahan Maksimal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Jumlah pohon maksimum</b>
Tomat Servo	50 x 50	0,25	4	1375	5500
Jagung Bonanza	80 x 20	0,16	6,25	2700	16875
Cabe Merah	60 x 70	0,42	2,38	5476	13038
Terong Ungu	50 x 60	0,30	3,33	1050	3500
Labu Kabocha	60 x 150	0,90	1,11	840	933

Sumber : Miracle Farm

Dengan demikian didapatkan batasan dari variable keputusannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x_1 &\leq 5500 & x_3 &\leq 13038 & x_5 &\leq 933 \\ x_2 &\leq 16875 & x_4 &\leq 3500 & & \end{aligned}$$

Diketahui luas lahan produktif maksimal 2 hektar dan yang dipergunakan untuk openfield kurang lebih 12000 m<sup>2</sup> maka didapatkan model matematika untuk jarak tanam yaitu:

$$0,25x_1 + 0,16x_2 + 0,42x_3 + 0,30x_4 + 0,90x_5 \leq 12000$$

### Kebutuhan Air

Tumbuhan membutuhkan air untuk hidup dan tumbuh sepanjang waktu. Dengan cara ini dapat menghasilkan pohon-pohon tinggi yang menghasilkan daun, biji, dan buah yang baik. Tanpa air, tanaman menjadi kering. 80% berat kering tumbuhan adalah air. Oleh karena itu, air merupakan bagian tanaman yang tidak bisa ditinggalkan. tanaman akan mengering dan mati karena kekurangan air (Anis, Miswarni, dkk., 2024)

Air sangat penting menunjang kelangsungan hidup tumbuhan dan kualitas hasil panen. Penggunaan air dalam penelitian ini selama periode tanam yaitu jumlah total air yang diperlukan dari fase benih/perkecambahan, fase vegetative, fase reproduksi dan fase pematangan (menjelang panen). Berdasarkan literatur dan hasil wawancara didapatkan rata-rata kebutuhan air tiap jenis tanaman selama periode tanam. Jika dikaitkan dengan banyaknya pohon tiap meter persegi maka didapatkan kebutuhan air tiap pohon dalam satuan liter.

Tabel 2 : Data Kebutuhan Air Tanaman

<b>Nama Tanaman</b>	<b>Rata-rata Kebutuhan Air per m<sup>2</sup></b>	<b>Banyak Pohon per m<sup>2</sup></b>	<b>Kebutuhan Air per pohon (liter)</b>
Tomat Servo	400	4,00	100,00
Jagung Bonanza	750	6,25	120,00
Cabe Merah	120	2,38	50,42
Terong Ungu	308	3,33	92,25
Labu Kabocha	500	1,11	450,00

Sumber : Miracle Farm

Pada penelitian ini mengasumsikan periode tanam yang akan dilakukan pada musim kemarau sehingga kebutuhan air minim dengan air hujan dan mengandalkan sepenuhnya pada persediaan air tanah dan aliran air irigasi. Untuk persediaan air, Miracle Farm menyediakan tandon raksasa yang berbentuk kolam ikan silinder dengan diameter 5 meter dan ketinggian air 1 meter. Setiap tandon penuh untuk persediaan selama 1 minggu. Adapun volume air di dalam tandon penuh dapat didekati dengan volume kolam tandon yaitu:

$$\begin{aligned}
 Volume_{tandon} &= \pi r^2 t \\
 &= 3,14 \times (2,5)^2 \times 1 \\
 &= 19,625 \text{ m}^3 \\
 &= 19.625 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Masa penyiraman dilakukan setiap hari selama periode tanam. Adapun masa hidup tanaman yang dibudidayakan di Miracle Farm berbeda-beda seperti terlihat pada table 5. Masa hidup tanaman ini dihitung dari awal benih, pertumbuhan, pembuahan, panen dan sampai habis masa produktifnya. Untuk itu estimasi kebutuhan air berdasarkan wawancara dirata-ratakan masa hidup dari benih ke pemanenan adalah 6 bulan.

Masa penyiraman dilakukan dengan durasi 6 bulan atau 24 minggu maka batasan volume air adalah :  $19.625 \times 24 \text{ minggu} = 471.000 \text{ liter}$ . Dengan demikian cadangan air sebesar itu harus mencukupi selama periode tanam dengan rincian per pohon tanaman: tomat sebanyak 100 liter, jagung sebanyak 120 liter, cabe merah sebanyak 50,42 liter, terong ungu sebanyak 92,42 liter dan labu sebanyak 450,45 liter. Sehingga didapatkan pertidaksamaan linear berikut:

$$100x_1 + 120x_2 + 50,40x_3 + 92,34x_4 + 450,45x_5 \leq 471000$$

### Biaya Produksi

Biaya produksi atau usaha penangkapan dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu biaya tetap (fixed cost) dan biaya tidak tetap (variable cost). Fixed cost diartikan sebagai biaya yang relatif tetap jumlahnya dan terus dikeluarkan walaupun diperoleh jumlah produksi banyak atau sedikit, misalnya pajak (tax) dan penyusutan (Astuti, 2017)

Biaya tetap dalam usaha pertanian diantaranya sewa lahan beserta pajaknya. Jika lahan milik sendiri tetap ada biaya tetap berupa pajak bumi bangunan (PBB). Sedangkan biaya tidak tetap dalam penelitian ini terdiri dari: bibit, pupuk, pengairan, upah tenaga kerja, obat-obatan, listrik dan biaya lain-lain.

Tabel 3. Biaya Produksi

Komponen Biaya	Tomat	Jagung	Cabe	Terong	Labu
Pajak (PBB)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Bibit	500	750	350	1.000	1.500
Pupuk	3.000	2.000	1.250	1.500	3.500
Pengairan	1.000	750	600	750	1.500
Upah Tenaga Kerja	2.000	1.500	1.250	1.200	3.000
Obat-obatan	1.500	350	500	500	1.500
Listrik	350	350	350	350	350
Lain-lain	300	500	1.000	500	300
<b>TOTAL (Rp)</b>	<b>14.650</b>	<b>12.200</b>	<b>11.300</b>	<b>11.800</b>	<b>17.650</b>

Sumber : Miracle Farm

Tabel di atas menyesuaikan dengan variabel keputusan yaitu banyaknya pohon tiap jenis tanaman, maka biaya produksi ditetapkan sebagai biaya per pohon dari benih, pemupukan, pemanenan dan pascapanen. Untuk tiap jenis tanaman perlakuan berbeda maka biaya produksi pun berbeda.

Pada satu periode tanam, perusahaan mempunyai modal awal untuk melaksanakan kegiatan produksi. Dana maksimum yang disiapkan oleh perusahaan sebesar Rp 48.000.000. Oleh karena itu dana tersebut harus cukup digunakan untuk biaya menanam kelima jenis tanaman di atas dengan banyaknya pohon sebagai variabel. Oleh karena itu dapat disusun model pertidaksamaan linearnya sebagai berikut:

$$14650x_1 + 12200x_2 + 11300x_3 + 11800x_4 + 17650x_5 \leq 48.000.000$$

### Permintaan Pasar

Hasil produksi di Miracle Farm ini terserap dalam berbagai sektor kecuali pasar tradisional, konsumennya kalangan menengah ke atas karena produknya spesifik organik. Hasil produksi ini ada yang dijual kepada industri makanan olahan berbasis sayuran. Ada pula yang dipesan rutin oleh ritel (supermarket) dan restoran. Selain itu juga ada yang pesanan khusus dari perusahaan tertentu dengan sistem plasma dan bersifat kontrak. Dan sebagian juga dijual dalam bentuk wisata edukasi dengan konsep petik, timbang, bayar.

Dari hasil wawancara didapatkan permintaan pasar (dalam satuan kilogram) untuk setiap periode tanam. Berdasarkan pesanan tersebut akan dikonversi dengan faktor pengali berapa minimal pohon yang harus ditanam. Hal itu direkap dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4 Permintaan Pasar

<b>Permintaan Pasar (kg)</b>	<b>Tomat</b>	<b>Jagung</b>	<b>Cabe</b>	<b>Terong</b>	<b>Labu</b>
Industri Makanan Olahan	750	-	96	-	310
Plasma	-	1.000	-	-	-
Pasar Ritel	625	-	-	1.000	100
Restoran	1.300	-	300	700	-
Wisata Edukasi Pertanian	410	-	-	300	960
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>3.085</b>	<b>1.000</b>	<b>396</b>	<b>2.000</b>	<b>1.370</b>
faktor pengali	0.31	1.25	1.39	0.25	0.18
<b>Kebutuhan Pohon</b>	<b>950</b>	<b>1.250</b>	<b>550</b>	<b>500</b>	<b>250</b>

Sumber : Miracle Farm

Berdasarkan tabel di atas, dapat ditentukan kebutuhan pohon minimal yang harus ditanam untuk memenuhi permintaan tersebut. Oleh karena itu dapat dibuat batasan untuk variabelnya yaitu:

$$\begin{aligned}x_1 &\geq 950 \\x_2 &\geq 1250 \\x_3 &\geq 550 \\x_4 &\geq 500 \\x_5 &\geq 250\end{aligned}$$

### Keuntungan

Untuk menyusun fungsi objektif terlebih dahulu tentukan parameter keuntungan yaitu didapat dari nilai jual dikurangi dengan biaya produksi tiap pohon selama musim tanam. Nilai jual didapatkan dari hasil panen per pohon dikali dengan harga dasar tiap variabel (tanaman).

Harga dasar didapatkan dari wawancara yaitu harga yang berlaku pada saat itu. Harga tersebut merupakan harga dasar yang dikeluarkan dari farm jadi bukan harga konsumen. dan terlihat di atas harga rata-rata pasar. Hal ini disebabkan produk ini organik yang banyak dikonsumsi kalangan menengah ke atas.

Tabel 5. Keuntungan Per Pohon

	<b>Tomat</b>	<b>Jagung</b>	<b>Cabe</b>	<b>Terong</b>	<b>Labu</b>
Biaya Produksi/pohon	14.650	12.200	11.300	11.800	17.650
Harga/kg	11.500	20.000	30.000	10.000	19.000
Hasil per pohon (kg)	3,25	0,80	0,72	4,00	5,50
Nilai Jual	37.375	16.000	21.600	40.000	104.500
Laba per pohon	22.725	3.800	10.300	28.200	86.850

Sumber : Miracle Farm

Berdasarkan tabel di atas didapatkan fungsi objektif yaitu:

$$Z_{max} = 22725x_1 + 3800x_2 + 10300x_3 + 28200x_4 + 86850x_5$$

Setelah model matematika permasalahan program linear didapatkan maka langkah selanjutnya menginputkan model tersebut pada software LINGO v.19.0 x64. Melalui pengolahan data dengan algoritma simpleks di LINGO didapatkan hasil optimum:

```

LINGO/WIN64 19.0.40 (26 Apr 2021), LINDO API 13.0.4099.270

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 1 MAY 2025

Global optimal solution found.
Objective value:                0.7642216E+08
Infeasibilities:                 0.000000
Total solver iterations:         2
Elapsed runtime seconds:         0.84

Variable      Value      Reduced Cost
-----
X1            950.0000    0.000000
X2           1250.000    0.000000
X3            550.0000    0.000000
X4            591.6238    0.000000
X5            319.3393    0.000000
    
```

Interpretasi dari output di atas:

Keuntungan maksimum = Rp 76.422.000  
 Banyak iterasi = 2  
 Tomat Servo = 950 pohon  
 Jagung Bonanza = 1250 pohon  
 Cabai Merah = 550 pohon  
 Terong Ungu = 591 pohon  
 Labu Kabocha = 319 pohon

Terlihat dari hasil output di atas, algoritma simpleks LINGO menyarankan ada beberapa jumlah pohon harus ditanam lebih banyak dibandingkan dengan perencanaan semula. Terutama untuk terong dan labu karena memberikan parameter keuntungan lebih baik. Imbasnya terdapat perbedaan proyeksi keuntungan pada rencana penanaman. Algoritma simpleks pada LINGO memberikan nilai keuntungan yang lebih tinggi sebesar Rp 8.605.750 dari keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Seperti analisa pada tabel di bawah ini:

Tabel 6 Perbandingan Proyeksi Keuntungan tiap Tanaman

Jenis Tanaman	Planning Perusahaan (pohon)	Planning Algoritma LINGO (pohon)
Tomat Servo	950	950
Jagung Bonanza	1250	1250
Cabai Merah	550	550
Terong Ungu	500	591
Labu Kabocha	250	319
<b>Keuntungan (Rp)</b>	<b>67.816.250</b>	<b>76.422.000</b>

Sumber : Tim Peneliti

## KESIMPULAN

Berdasarkan model matematika di atas dan hasil pengolahan menggunakan LINGO didapatkan hasil optimum yaitu Rp 76.422.000 ketika merencanakan penanaman sebanyak

950 pohon tomat servo, 1250 pohon jagung bonanza, 550 pohon cabai merah, 591 pohon terong ungu, dan 319 labu kabocha. Sehingga didapatkan nilai keuntungan yang lebih tinggi sebesar Rp 8.605.750 dari perencanaan semula. Disarankan bagi PT MAS Miracle untuk menanam lebih banyak tanaman terong ungu (591 pohon) dan labu kabocha (319) dari perencanaan semula supaya mendapatkan keuntungan lebih baik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada manajemen dan kru lapangan PT MAS Miracle atas izinnnya untuk melakukan penelitian. Semoga penelitian kami bisa menjadi bahan masukan yang berharga bagi perusahaan dan bagi dunia industri pertanian pada umumnya

### DAFTAR PUSTAKA

- Anis, U. (2024). *DASAR-DASAR FISILOGI TUMBUHAN* (Issue November).
- Arifin. (2015). *Pengantar Ekonomi Pertanian*. BPFE-UGM. November, 91. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=RQ\\_mXpuCl9oC&oi=fnd&pg=PA49&dq=pertanian&ots=nqoeNfb51V&sig=D0hXjI5s1qSDouQFAMcUx4Drr4Y](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=RQ_mXpuCl9oC&oi=fnd&pg=PA49&dq=pertanian&ots=nqoeNfb51V&sig=D0hXjI5s1qSDouQFAMcUx4Drr4Y)
- Astuti, D. R. D. (2017). *Ekonomika Agribisnis*. In *Carabaca*.
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. (2020). Model Pertanian Perkotaan. In *Booklet* (pp. 1–6). [http://ppid.pertanian.go.id/doc/1/model\\_pertanian\\_perkotaan.pdf](http://ppid.pertanian.go.id/doc/1/model_pertanian_perkotaan.pdf)
- Firdaus, R. A., DU, H. D., P, F. A., & Pamungkas, G. P. (2024). Penerapan Metode Algoritma Simpleks Pada Optimalisasi Produksi Busi. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 230–240. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i1.13598>
- Hardani, Helmina Andriani, Jumari Ustiaty, Evi Fatmi Utami, Ria Rahmatul Istiqomah, Roushandy Asri Fardani, Dhika Juliana Sukmana, N. H. A. (2020). Buku Metode Penelitian Kualitatif. In *Revista Brasileira de Linguística Aplicada* (Vol. 5, Issue 1).
- Islam, S. M. S., Mohammad, H., & Science, D. (2018). *Linear Programming By* (Issue August).
- Isti Fajaroh, Eko Murdiyanto, B. (2019). PEMBERDAYAAN MASYARAKAT BERBASIS URBAN FARMING. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- Karsvall, O., Jupiter, K., & Wästfelt, A. (2023). Fenced open-fields in mixed-farming systems: spatial organisation and cooperation in southern Sweden during the seventeenth century. *Journal of Historical Geography*, 80, 18–31. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2022.11.002>
- Lerman, B. B., Devereux, R. B., & Okin, P. M. (2005). An introduction. *Journal of the American College of Cardiology*, 45(11 SUPPL.), B2–B3. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.05.004>
- Lilis S. Gultom, Nelly MR Sinaga, R. S. (2023). *Ekonomi Pertanian*. 1–23.
- Makarim, A. K., & Ikhvani. (2012). *Tile Technique Estimation of Rice Productivity by Spacing*. 1–50.
- Sugihartini, T., Djuliansah, D., & Noormansyah, Z. (2023). Model Pengembangan Pertanian Perkotaan (Urban Farming) Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 10(2), 1070. <https://doi.org/10.25157/jimag.v10i2.9648>

- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta 2013. <https://www.scribd.com/document/756557803/Suharsimi-Arikunto-Prosedur-Penelitian>
- Ummah, M. S. (2019). Buku Ajar Ekonomi Produksi Pertanian. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)