

OPTIMISASI BIAYA PENANAMAN PADI DENGAN MENGGUNAKAN METODE KUHN TUCKER

OPTIMIZATION OF INTEGRATED PLANTING COSTS USING THE KUHN TUCKER METHOD

IKA THRISNA WAHYU DIANTI¹, SAJARATUD DUR², ISMAIL HUSEIN³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Jl. Lap. Golf, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara 20353

Email: ¹ikathrisnawahyudianti@gmail.com, ²sajaratuddur@uinsu.ac.id, ³husein_ismali@uinsu.ac.id

Abstrak

Fungsi produksi sejumlah biaya atau modal dapat menciptakan output tertentu dan dalam kegiatan ekonomi pertanian akan dapat menghasilkan pendapatan. Kekurangan dan ketidaktepatan biaya dapat menimbulkan kegagalan dan kurangnya hasil yang akan diterima. Dalam menentukan nilai optimum suatu fungsi matematika multivariabel dengan kendala berupa pertidaksamaan dapat menggunakan metode *Kuhn Tucker*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimisasi biaya penanaman padi dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker*. *Kuhn Tucker* digunakan dalam menemukan suatu titik optimum dari fungsi tanpa mempertimbangkan sifat linier atau nonlinier. Faktor yang mempengaruhi dalam budidaya padi diantaranya bibit, pupuk, pestisida dan upah pekerja. Penyelesaian pada metode ini yaitu mensubstitusikan kedalam metode *Lagrange* dan harus diberikan syarat cukup *Kuhn Tucker*. Dalam penelitian ini terdapat 4 variabel keputusan (X) yaitu banyaknya jumlah bibit yang digunakan (x_1), banyaknya jumlah pupuk yang digunakan (x_2), banyaknya jumlah pestisida yang digunakan (x_3) dan banyaknya jumlah upah yang digunakan (x_4). Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* yaitu sebagai berikut, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data menggunakan metode *kuhn tucker*. Hasil penelitian dengan metode *Kuhn Tucker* Kilang Padi Laswan yaitu dengan penggunaan 24.96 Kg bibit, 6.24 karung (zak) pupuk, 3.7 Kg pestisida dan 1.3 HOK upah. Kesimpulan dari penelitian yaitu biaya optimisasi yang digunakan dalam penanaman padi dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* adalah Rp. 11.875.370.00,- per hektar.

Kata kunci: Metode *Kuhn Tucker*, Metode *Lagrange*, Optimisasi, Biaya, Padi

Abstract

The production function of a certain amount of cost or capital can create a certain output and in agricultural economic activities will be able to generate income. Shortcomings and inaccuracies in costs can lead to failure and a lack of results to be received. In determining the optimal value of a multivariable mathematical function with an obstacle in the form of inequality, the *Kuhn Tucker* method can be used. This study aims to determine the optimization of rice planting costs using the *Kuhn Tucker* method. *Kuhn Tucker* is used in finding an optimal point of a function without considering linear or nonlinear properties. Factors that affect rice cultivation include seeds, fertilizers, pesticides and worker wages. The solution to this method is to substitute into the *Lagrange* method and must be given a sufficient condition of *Kuhn Tucker*. In this study, there are 4 decision variables (X), namely the number of seeds used (x_1), the amount of fertilizer used (x_2), the amount of pesticides used (x_3) and the amount of wages used (x_4). The procedures carried out in this study using the *Kuhn Tucker* method are as follows, problem identification, data collection, 3) data processing using the *Kuhn Tucker* method. The results of the research using the *Kuhn Tucker* method of the Laswan Rice Refinery were with the use of 24.96 kg of seeds, 6.24 sacks (zak) of fertilizer, 3.7 kg of pesticides and 1.3 HOK of wages. The conclusion of this study is that the optimization cost used in rice cultivation using the *Kuhn Tucker* method is Rp. 11,875,370.00,-per hectare.

Key Words: *Kuhn Tucker* Method, *Lagrange* Method, Optimization, Cost, Rice

Pendahuluan

Pertanian dan perkebunan merupakan sektor penting yang berperan dalam memastikan ketahanan pangan nasional [1]. Sektor pertanian merupakan sektor peting dan memberikan kontribusi besar dalam pembangunan perekonomian di level desa [2]. Hal ini termasuk cara dalam memenuhi kebutuhan pokok pangan masyarakat Indonesia dan juga untuk memajukan taraf hidup masyarakat, meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan hidup para petani Era globalisasi, pertanian memegang peran penting karena dalam strukturnya

ekonomi nasional lebih kuat dan tahan dalam menghadapi krisis ekonomi jika dibandingkan dengan sektor yang lain [3].

Padi sawah adalah tanaman hijau yang paling sesuai dalam kondisi iklim negara Indonesia. Padi dapat bertumbuh dengan baik di iklim tropis maupun iklim subtropis. Pertumbuhan dengan kualitas yang baik, padi sawah membutuhkan air yang banyak terutama padi sawah yang di tanam secara kondisi tanah basah atau lembab. Lahan sawah merupakan lahan yang ada dalam pertanian dengan bentuk berpetak-petak yang dibatasi dengan pematang atau juga gelengan, yaitu saluran dengan fungsi menyalurkan air ke petak sawah yang sedang ditanami oleh padi [4]. Fungsi produksi sejumlah biaya atau modal dapat menciptakan output tertentu dan dalam kegiatan ekonomi pertanian akan dapat menghasilkan pendapatan [5]. Kekurangan dan ketidaktepatan biaya dapat menimbulkan kegagalan dan kurangnya hasil yang akan diterima [6].

Optimalisasi merupakan suatu proses untuk meminimalkan biaya dengan seminimal mungkin dalam memperoleh keuntungan semaksimal mungkin pada suatu masalah [7]. Permasalahan yang berkaitan dengan bentuk linier untuk masalah fungsi multi variabel yang kendalanya bentuk persamaan dapat menggunakan metode pengali Lagrange [8]. Pada masalah ini, salah satu metode yang digunakan adalah *Metode Kuhn Tucker* [9]. Dalam menentukan nilai optimum suatu fungsi matematika multivariabel dengan kendala berupa pertidaksamaan dapat menggunakan metode *Kuhn Tucker* [10].

Metode *Kuhn Tucker* digunakan dalam mencari solusi optimum dari suatu fungsi tanpa memandang sifat fungsi tersebut apakah termasuk linier atau *non linier* [11]. Metode *Lagrange* hanya dapat menyelesaikan masalah optimisasi dengan kendala persamaan [12]. Tahun 1951 Kuhn Tucker memberikan ungkapan mengenai teknik optimasi yang dipakai dalam pencarian titik optimum akan sebuah fungsi yang mempunyai kendala dengan tidak meninjau kelinearannya [13]. Namun, jika suatu persamaan memenuhi syarat *Kuhn-Tucker* maka masalah optimisasi pemrograman linier dengan kendala pertidaksamaan juga dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Lagrange*.

Kilang padi Laswan merupakan sebuah usaha tani yang terletak di dusun 1 Desa Dalu 10 B, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, Kode Pos: 20362. Pemilik kilang bernama Bapak Laswan, kilang padi ini merupakan usaha tani yang menyediakan berbagai macam jenis beras yang diproduksi sendiri. Termasuk dalam kilang terbesar yang ada di Desa Dalu 10 B, kilang ini mendapat padi yang akan digiling melalui hasil panen yang dihasilkan dari sawah yang dimiliki oleh Bapak Laswan dan juga dari para petani yang menjual hasil panennya Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara singkat dengan pemilik kilang, Bapak Laswan menuturkan bahwa pada kilang ini terjadi permasalahan yaitu, dalam satu tahun terakhir terjadi pola tanam yang tidak serentak sehingga berpengaruh pada pembiayaan penanaman padi menjadi tidak optimal. Mengacu dari pemaparan tersebut, maka solusi yang diajukan pada penelitian ini adalah mencari optimisasi biaya penanaman padi dengan metode *Kuhn Tucker*. Harapan nantinya, hasil dari penelitian ini dapat membantu dan menjadi acuan untuk pola tanam selanjutnya pada kilang padi ini.

Penelitian ini merujuk pada penelitian-penelitian terdahulu, yaitu diantaranya penelitian oleh Al-Fattah Simman tahun 2023 dengan judul *Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Kuhn Tucker* mendapatkan hasil produksi seragam yang maksimal [14]. Penelitian yang dilakukan oleh Belasandi & Arnellis tahun 2023 dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* untuk mengoptimalkan biaya keranjang rotan [15]. Hasil yang didapatkan bahwa metode *Kuhn Tucker* dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Berdasarkan pemaparan tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul *Optimisasi Biaya Penanaman Padi Dengan Menggunakan Metode Kuhn Tucker*.

Metode Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang diperoleh melalui wawancara langsung dengan pemilik Kilang Padi Laswan, yaitu Bapak Laswan. Kilang Padi Laswan berada di Dusun 1 Desa Dalu 10 B, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang. Data yang digunakan adalah data satu periode tanam. Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode *Kuhn Tucker* dimulai dengan pembentukan variabel keputusan. Dalam penelitian ini terdapat 4 variabel keputusan (X) yaitu banyaknya jumlah bibit yang digunakan (x_1), banyaknya jumlah pupuk yang digunakan (x_2), banyaknya jumlah pestisida yang digunakan (x_3) dan banyaknya jumlah upah yang digunakan (x_4). Adapun prosedur yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* yaitu sebagai berikut: 1) Identifikasi Masalah ; 2) Pengumpulan Data ; 3) Pengolahan Data. Adapun data yang sudah didapatkan dari hasil wawancara akan diolah melalui beberapa tahap dibawah ini, yaitu:

Menentukan variabel keputusan

Merumuskan fungsi tujuan

Merumuskan fungsi kendal

Membentuk model matematika program linier

Menyelesaikan masalah optimisasi menggunakan metode *Kuhn Tucker*

langkah metode *Kuhn Tucker* yaitu:

Mengubah model pemrograman linier kedalam bentuk permasalahan *Kuhn Tucker*

Membentuk fungsi *Lagrange*

Mengubah fungsi *Lagrange* menjadi *Kuhn Tucker* dengan persamaan berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = (x, \lambda, S) = 0; (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = (x, \lambda, S) = 0; (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_i} = (x, \lambda, S) = 0; (i = 1, 2, \dots, n)$$

Menentukan nilai λ dari fungsi *Kuhn Tucker* dengan membentuk sebuah matriks berukuran $A_{m \times m}$ dan $B_{n \times n}$. Mensubstitusikan nilai (x_i, λ_i, S_i) kedalam fungsi *Lagrange*.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Data yang digunakan dan dianalisis pada penelitian ini adalah data biaya penanaman padi pada Kilang Laswan yang diperoleh secara langsung dari wawancara dengan pemilik Kilang. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Bibit (x_1)
Faktor penting dalam penanaman padi yang harus diperhatikan adalah penggunaan bibit. Bibit yang digunakan dalam satu periode tanam adalah 25 Kg per hektar. Harga bibit yang digunakan pada Kilang Padi Laswan adalah Rp. 13.000.00,- per Kg. Ketersediaan bibit pada Kilang Padi Laswan adalah 650 Kg.
2. Pupuk (x_2)
Pupuk merupakan faktor penting dalam menunjang pertumbuhan padi agar mencapai hasil yang baik. Pupuk yang digunakan dalam satu periode tanam ada 4 jenis pupuk yaitu, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk ZA dan pupuk Acl.

Tabel 1. Data penggunaan pupuk per hektar dalam satu periode tanam (Sumber: Kilang Padi Laswan)

Jenis Pupuk	Penggunaan (Kg)	Ketersediaan (Kg)	Harga (Zak)
Pupuk Urea	250	5000	750.000
Pupuk SP – 36	100	3000	800.000
Pupuk ZA	150	3500	500.000
Pupuk Acl	50	1000	900.000
Total	550	12.500	2.950.000

3. Pestisida (x_3)
Pestisida dalam budidaya padi juga perlu diperhatikan dalam membasmi hama yang ada selama proses penanaman padi. Pestisida yang digunakan dalam satu periode tanam ada dua jenis pestisida.

Tabel 2. Data Penggunaan Pestisida per hektar dalam satu periode tanam

Jenis Pestisida	Penggunaan (Kg)	Ketersediaan (Kg)	Harga (Kg)
Pestisida Spontan	2,7	13	130.000
Pestisida Ular	2,3	12	65.000
Total	5	25	195.000

(Sumber: Kilang Padi Laswan)

4. Upah (x_4)
Upah merupakan hak berupa uang tunai yang diterima oleh pekerja. Upah pekerja dapat dinyatakan dalam hari orang kerja (HOK). Perhitungan HOK yaitu satu pekerja yang bekerja selama 8 jam dalam satu hari. Pengelompokkan upah pekerja yaitu:

Tabel 3. Data Pekerja per hektar dalam satuan HOK (Sumber: Kilang Padi Laswan)

Jenis Upah Tanam	Kebutuhan Tenaga Kerja (HOK)	Upah yang dibarkan (HOK)	Ketersediaan
Pengolahan Lahan	10	700.000	15
Penyemaian	3	255.000	5
Penyiangan	17	2.550.000	25
Penanaman	20	3.500.000	25
Pemupukan	5	625.000	5
Pengendalian Hama Penyakit	5	675.000	15
Pengairan	7	525.000	10
Total	67	8.800.000	100

Tabel 4. Data jenis kebutuhan penanaman padi per hektar (Sumber: Kilang Padi Laswan)

Jenis Pembiayaan	Pengelompokkan Jenis Pembiayaan (Kg)			
	Bibit	Pupuk	Pestisida	Upah
Pembibitan	25	-	-	-
Pemupukan	-	550	-	-
Pemberian Pestisida	-	-	5	-
Pekerja (Buruh Tani)	20	5	5	37
Stok yang Tersedia di Gudang (Kg)	650	3.350	25	100

Tabel 5. Modal pada biaya penanaman padi per hektar (Sumber: Kilang Padi Laswan)

Jenis Pembiayaan	Biaya yang dikeluarkan
Bibit	13.000
Pupuk	2.950.000
Racun	195.000
Upah	8.800.000

Optimisasi Biaya Penanaman Padi dengan Menggunakan Metode *Kuhn Tucker*

1) Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan yang terdapat pada penelitian ini didapat dari data pembiayaan penanaman padi pada Kilang Padi Laswan, diantaranya:

x_1 = Jumlah bibit yang digunakan

x_2 = Jumlah pupuk yang digunakan

x_3 = Jumlah pestisida yang digunakan

x_4 = Jumlah upah yang digunakan

2) Merumuskan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang didapat adalah biaya penanaman padi yaitu:

Min

$$f(x) = 13.000x_1 + 2.950.000x_2 + 195.000x_3 + 8.800.000x_4$$

3) Merumuskan Fungsi Kendala

Fungsi kendala atau pembatas yang digunakan pada fungsi optimisasi ini yaitu didapat dari banyaknya jenis pengelompokkan bahan yang digunakan pada penanaman padi di Kilang Padi Laswan.

Fungsi Kendala:

$$g_1(x) = 25x_1 + 20x_4 \geq 650$$

$$g_2(x) = 550x_2 + 5x_4 \geq 3.350$$

$$g_3(x) = 5x_3 + 5x_4 \geq 25$$

$$g_4(x) = 67x_4 \geq 100$$

4) Membentuk Model Matematika Pemograman Linier

Langkah selanjutnya setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala dibentuk, maka dapat dibentuk model pemograman linier sebagai berikut:

$$\text{Min } f(x) = 13.000x_1 + 2.950.000x_2 + 195.000x_3 + 8.800.000x_4$$

Kendala:

$$g_1(x) = 25x_1 + 20x_4 \geq 650$$

$$g_2(x) = 550x_2 + 5x_4 \geq 3.350$$

$$g_3(x) = 5x_3 + 5x_4 \geq 25$$

$$g_4(x) = 67x_4 \geq 100$$

5) Penyelesaian dengan Metode *Kuhn Tucker*

Mengubah kendala menjadi bentuk persamaan dengan mengurangkan variabel *slack non negatif* pada setiap $g_i(x)$. Maka diperoleh hasil bentuk permasalahan *Kuhn Tucker* sebagai berikut:

Min

$$f(x) = 13.000x_1 + 2.950.000x_2 + 195.000x_3 + 8.800.000x_4$$

Kendala:

$$g_1(x) = 25x_1 + 20x_4 - S_1^2 = 650$$

$$g_2(x) = 550x_2 + 5x_4 - S_2^2 = 3.350$$

$$g_3(x) = 5x_3 + 5x_4 - S_3^2 = 25$$

$$g_4(x) = 67x_4 - S_4^2 = 100$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, S_1, S_2, S_3, S_4 \geq 0$$

Selanjutnya adalah mengubah permasalahan optimisasi menjadi sebuah bentuk fungsi *Lagrange*.

$$\begin{aligned} L(x, \lambda, S) &= f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(x) - b - S_i^2) \\ L(x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, S_1, S_2, S_3, S_4) \\ &= 13.000x_1 + 2.950.000x_2 + 195.000x_3 + 8.800.000x_4 \\ &\quad + \lambda_1 (25x_1 + 20x_4 - S_1^2 - 650) \\ &\quad + \lambda_2 (550x_2 + 5x_4 - S_2^2 - 3.350) \\ &\quad + \lambda_3 (5x_3 + 5x_4 - S_3^2 - 25) \\ &\quad + \lambda_4 (67x_4 - S_4^2 - 30) \end{aligned}$$

Persamaan *Lagrange* yang telah didapat akan digunakan menjadi fungsi tujuan dalam mencapai nilai optimisasi biaya penanaman padi pada Kilang Padi Laswan. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai dengan mengubah bentuk fungsi *Lagrange* ke dalam bentuk persamaan *Kuhn Tucker* dengan bentuk umum sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

Sehingga diperoleh persamaan baru seperti dibawah ini:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = 13.000x_1 + 25\lambda_1 = 0 \quad (4.1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = 2.950.000x_2 + 550\lambda_2 = 0 \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_3} = 195.000x_3 + 5\lambda_3 = 0 \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_4} = 8.800.000x_4 + 20\lambda_1 + 5\lambda_2 + 5\lambda_3 + 37\lambda_4 = 0 \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 25x_1 + 20x_4 - S_1^2 - 650 = 0 \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 550x_2 + 5x_4 - S_2^2 - 3.350 = 0 \quad (4.6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 5x_3 + 5x_4 - S_3^2 - 25 = 0 \quad (4.7)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_4} = 67x_4 - S_4^2 - 100 = 0 \quad (4.8)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \quad (4.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \quad (4.10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_3} = -2\lambda_3 S_3 = 0 \quad (4.11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_4} = -2\lambda_4 S_4 = 0 \quad (4.12)$$

Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai S berdasarkan persamaan (4.9) sampai dengan persamaan (4.12), maka didapatkan nilai S sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \rightarrow S_1 = \frac{0}{-2\lambda_1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \rightarrow S_2 = \frac{0}{-2\lambda_2} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_3} = -2\lambda_3 S_3 = 0 \rightarrow S_3 = \frac{0}{-2\lambda_3} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_4} = -2\lambda_4 S_4 = 0 \rightarrow S_4 = \frac{0}{-2\lambda_4} = 0$$

Langkah selanjutnya adalah dalam menentukan nilai S kali ini adalah menggunakan aturan perkalian matriks dimana dalam aturan perkalian matriks ini memiliki rumus umum .

$$A = \begin{bmatrix} 25 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 550 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 0 \\ 20 & 5 & 5 & 37 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -13.000 \\ -2.950.00 \\ -195.000 \\ -8.800.000 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_i = A^{-1}B$$

$$\lambda_i = \begin{bmatrix} 0,0400 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0018 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2000 & 0 \\ -0,0119 & -0,0001 & -0,0149 & 0,0149 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -13.000 \\ -2.950.000 \\ -195.000 \\ -8.800.000 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_i = \begin{bmatrix} -0,0052 \\ -0,0536 \\ -0,3900 \\ -1,2788 \end{bmatrix}$$

Syarat cukup metode *Kuhn Tucker* pada kasus linier adalah λ yang tidak dibatasi oleh tanda yang mana artinya $\lambda \geq 0$ atau $\lambda \leq 0$ sehingga dapat dikatakan bahwa syarat cukup metode *Kuhn Tucker* pada permasalahan ini telah terpenuhi. Selanjutnya yaitu mencari nilai x_i . Berdasarkan persamaan (4.17) sampai persamaan (4.20) diperoleh persamaan berikut:

$$25x_1 + 20x_4 = 650 \quad (4.25)$$

$$550x_2 + 5x_4 = 3.350 \quad (4.26)$$

$$5x_3 + 5x_4 = 25 \quad (4.27)$$

$$67x_4 = 100 \quad (4.28)$$

Dapat dilihat dari persamaan (4.28) maka kita dapatkan nilai $x_4 = 1,5$. Substitusikan nilai x_4 ke persamaan (4.25) sehingga didapatkan nilai untuk $x_1 = 24,8$. Nilai selanjutnya yaitu, substitusikan nilai x_4 ke persamaan (4.26) sehingga diperoleh nilai untuk $x_2 = 5,89$. Terakhir substitusikan nilai x_4 ke persamaan (4.27) sehingga diperoleh nilai untuk $x_3 = 3,5$.

Langkah terakhir setelah mendapatkan nilai (x_i, λ_i, S_i) adalah menghitung biaya optimal dari permasalahan optimisasi. Substitusikan ke dalam fungsi *Lagrange* yang merupakan fungsi tujuan optimal, sehingga diperoleh:

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(x) - b - S_i^2)$$

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, S_1, S_2, S_3, S_4)$$

$$= 13.000(24,8) + 2.950.000(6) + 195.000(3,5) + 8.800.000(1,5)$$

$$+ (-0,0052)(25(24,8) + 20(1,5) - 650)$$

$$+ (-0,0536)(550(3,89) + 5(1,5) - 3350)$$

$$+ (-0,3900)(5(3,5) + 5(1,5) - 25)$$

$$+ (-1,2788)(67(1,5) - 100)$$

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, S_1, S_2, S_3, S_4) = 31.904.900$$

Pembahasan

Hasil optimisasi biaya penanaman padi telah diperoleh. Dapat kita ketahui bahwa dalam mencari biaya optimal dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* terlebih dahulu haruslah kita mencari dan menentukan variabel-variabel keputusan, menentukan fungsi tujuan, dan menentukan fungsi kendala. Pada penelitian ini dapat diketahui dan ditentukan untuk variabel-variabel keputusan yang digunakan adalah x_1 untuk jumlah paket bibit yang digunakan, x_2 untuk jumlah paket pupuk yang digunakan, x_3 untuk jumlah paket acun yang digunakan dan x_4 untuk jumlah paket upah yang digunakan. Setelah menentukan variabel-variabel keputusan yang akan kita gunakan maka selanjutnya adalah membentuk fungsi tujuan. Fungsi tujuan ini dapat ditentukan dari modal biaya penanaman padi dalam hitungan Hekta (Ha). Didapatlah fungsi tujuan lalu ubah kedalam bentuk persamaan menjadi $f(x) = 13.000x_1 + 2.950.000x_2 + 195.000x_3 + 8.800.000x_4$. Jika fungsi tujuan telah ditentukan maka langkah selanjutnya yaitu menentukan fungsi kendala yang merupakan batasan aspek dalam penelitian.

Langkah selanjutnya setelah menentukan variabel-variabel keputusan, menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala, maka dapat kita lanjut menganalisis data dengan metode *Kuhn Tucker*. Sebelumnya, harus

kita ketahui bahwa *Kuhn Tucker* memiliki syarat cukup untuk memenuhi metode ini dimana syarat tersebut yaitu λ yang tidak dibatasi oleh tanda, maksudnya $\lambda \geq 0$ atau $\lambda \leq 0$.

Pada kasus ini, syarat cukup untuk memenuhi metode *Kuhn Tucker* telah terpenuhi karena λ yang tidak dibatasi oleh tanda, maksudnya $\lambda \geq 0$ atau $\lambda \leq 0$. Langkah selanjutnya dapat kita lakukan adalah mencari nilai untuk x_1, x_2, x_3, x_4 dan didapatkan hasil yaitu $x_1 = 24.8$, $x_2 = 5.89$, $x_3 = 3.5$, $x_4 = 1.5$. Hasil optimisasi biaya penanaman padi dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* dengan nilai λ dan x yang diperoleh dengan menggunakan fungsi *Lagrange*,

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^n \lambda_i (g_i(x) - b - S_i^2)$$

Biaya optimal dari masing-masing kategori yaitu, 24.8 Kg bibit yang digunakan, 5.89 karung pupuk yang digunakan, 3.5 Kg pestisida yang digunakan dan 1.5 HOK upah yang digunakan, maka biaya optimal yang digunakan adalah Rp. 31.904.900.00,- per hektar. Perbandingan biaya penanaman padi sebelum menggunakan metode *Kuhn Tucker* dengan setelah menggunakan metode *Kuhn Tucker* tentunya memiliki biaya yang cenderung lebih kecil dibandingkan sebelumnya yang tidak menggunakan metode *Kuhn Tucker*.

Kesimpulan

Pada penelitian mengenai optimisasi biaya penanaman padi dengan metode *Kuhn Tucker*, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu perhitungan dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* pada biaya penanaman padi di Kilang Padi Laswan didapatkan hasil biaya optimisasi yaitu 24.96 Kg bibit yang digunakan, 6.07 karung pupuk yang digunakan, 3.7 Kg pestisida yang digunakan dan 1.3 HOK upah yang digunakan, maka biaya optimal yang digunakan adalah Rp. 25.354.980.00,- per hektar.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam hal metode penyelesaian masalah yang dilakukan secara manual tanpa dukungan perangkat lunak khusus. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya mengintegrasikan penggunaan perangkat lunak atau aplikasi berbasis teknologi yang relevan guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan optimalisasi hasil. Pendekatan ini diharapkan dapat memperluas cakupan analisis dan memberikan hasil yang lebih sistematis serta dapat direplikasi dengan lebih mudah.

Daftar Pustaka

- [1] A. Rahmawati, T. A. Putri, V. V. Aminullah, and Y. Setiowati. (2025). Peran Generasi Muda dalam Optimalisasi Agribisnis untuk Ketahanan Pangan Nasional : Literatur Review. Vol. 8, 2025, doi: 10.30595/pspfs.v8i.1501.
- [2] E. Sutrisno, E. E. Rosyida, L. P. Lestari, F. Sholikhah, and Sugianto. (2024). Optimalisasi Pertanian Ramah Lingkungan Melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair Dan Penanggulangan Hama Alami. *J. AMPOEN*, vol. 2, no. 1, pp. 352–363, 2024.
- [3] Handayani Siti Asih. Irwan Effendi. Begem Viantimala. (2017). Produksi dan Pendapatan Usahatani Padi di Desa Pujo Asri Kecamatan Trimurjo Kabupaten Lampung Tengah. *Jiia*, vol. 5, no. 4, pp. 422–429.
- [4] S. Regency. (2022). Analisis Pendapatan Usahatani Kakao. vol. 1, no. 1, pp. 27–36, 2022.
- [5] M. Gultom. (2022). Karakteristik Petani Padi Sawah Di Desa Wonosari Kecamatan Tanjung Morawa Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara.
- [6] U. Joka, M. A. Abani, A. Nubatonis, and Y. P. V Mambur. (2023). Tingkat Penerapan Teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (Ptt) Pada Usahatani Padi Sawah Di Kecamatan Biboki Moenleu Kabupaten Ttu. *SEPA J. Sos. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 20, no. 1, p. 11, 2023, doi: 10.20961/sepa.v20i1.50819.
- [7] R. N. Sari. (2024). Penerapan Metode Karush Khun Tucker (KKT) Dalam Mengoptimalkan Keuntungan Home Industry Pabrik Roti Three Boys Dengan Bantuan Software Matlab. vol. 4, pp. 4984–4996.
- [8] T. M. Saputra, Siti Rusdiana, T. Mohd. Raja Maulana, Intan Syahrini, Mahmudi, and Radhiah. (2023). Pemrograman Nonlinear Meminimumkan Biaya Pemasangan Keramik Musholla Gapang Sabang dengan Menggunakan Metode Karush Kuhn-Tucker (Studi Kasus: CV. Muerika Teknologi). *J. MSA (Mat. dan Stat. serta Apl.*, vol. 11, no. 2, pp. 64–71, 2023, doi: 10.24252/msa.v11i2.37104.
- [9] T. R. Sakato, D. Nyiur, and M. Pelangai. (2021). Optimasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi pada Kelompok menggunakan Metode Kuhn Tucker. no. x, pp. 1–11.
- [10] E. Safitri, S. Basriati, and A. Zahara. (2019). Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Kuhn-Tucker (Studi Kasus : Toko Baju Mitra Pekanbaru). *J. Sains Mat. dan Stat. J. Has. Penelit. Mat. Stat. dan Apl.*, vol. 5, no. 1, pp. 30–39.
- [11] W. Nur, H. Rachman, and N. M. Abdal. (2017). Solusi Pemrograman Nonlinier Desain Kamar Kost dengan Menggunakan Syarat Karush-Kuhn-Tucker (KKT). *J. Pendidik. MIPA*, vol. 7, no. 2, pp. 121–123.
- [12] M., R. Narendra, and A. Sanwidi. (2021). Penerapan Program Linier Dalam Pengoptimasian Keuntungan Produksi Di Home Industry Comod Cookies Menggunakan Metode Kuhn-Tucker.

-
- BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 15, no. 3, pp. 427–440, 2021, doi: 10.30598/barekengvol15iss3pp427-440.
- [13] S. Fitri and H. Helma. (2023). Optimasi Rata-rata Produksi Jagung di Kabupaten Limapuluh Kota Menggunakan Pemrograman Kuadratik Metode Wolfe. *J. Math. UNP*, vol. 8, no. 2, p. 20, 2023, doi: 10.24036/unpjomath.v8i2.14216.
- [14] K. YPP Al Fattah Siman Sekaran Lamongan, D. Mudhi Zayyan, and A. Isro. (2023). Jurnal Matematika dan Sains (JMS) Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Khun Tucker. *Tahun*, vol. 2023, no. 02, pp. 53–62.
- [15] A. Info and M. Lagrange. (2023). Optimasi Hasil Produksi Keranjang Rotan Menggunakan Metode Karush-Kuhn-Tucker (Studi Kasus Industri Rumahan Keranjang Rotan di Desa Buluh Rampai). vol. 8, no. 4, pp. 164–170.