

**PENERAPAN METODE SIMPLEKS RANTAI PASOK DI SEKTOR PERTANIAN
KELAPA SAWIT LABUHANBATU KECAMATAN RANTAU SELATAN
MENGUNAKAN SIMULASI RISIKO****Irmayanti¹, Euis Sartika², Egi Winanto³, Hanika⁴, Habi Saroni⁵**

Prodi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu

Email: irmayantiritonga2@gmail.com , euis80285@gmail.com , egiwianto3@gmail.com ,
hanikahanika23@gmail.com , habisaroni7@gmail.com**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko dalam rantai pasok sektor pertanian kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, dengan menggunakan pendekatan simulasi risiko. Sektor kelapa sawit memiliki kontribusi signifikan terhadap perekonomian daerah dan nasional, namun menghadapi berbagai risiko seperti fluktuasi harga, gangguan distribusi, keterbatasan infrastruktur, perubahan kebijakan, dan kondisi lingkungan yang tidak menentu. Penelitian ini menggunakan metode analisis risiko dan simulasi untuk mengidentifikasi jenis-jenis risiko, menganalisis dampaknya terhadap kinerja rantai pasok, serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif. Data dikumpulkan melalui survei, wawancara, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko dalam rantai pasok kelapa sawit dapat dikategorikan ke dalam risiko operasional, finansial, dan lingkungan. Simulasi risiko membantu dalam memprediksi dampak dari berbagai skenario risiko dan memberikan panduan dalam pengambilan keputusan untuk mengurangi dampak negatifnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi petani, pelaku usaha, dan pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang mendukung keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Sejarah Artikel

Submitted: 15 Januari 2025

Accepted: 24 Januari 2025

Published: 25 Januari 2025

Kata Kunci

Risiko Rantai Pasok, Kelapa Sawit, Simulasi Risiko, Manajemen Risiko, Kecamatan Rantau Selatan.

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian kelapa sawit merupakan salah satu sektor unggulan di Indonesia, termasuk di Kabupaten Labuhan Batu, Kecamatan Rantau Selatan. Kelapa sawit memiliki peran penting dalam perekonomian daerah dan nasional, baik dalam hal penciptaan lapangan pekerjaan, pendapatan daerah, maupun kontribusi terhadap ekspor nasional. Namun, rantai pasok kelapa sawit menghadapi berbagai risiko yang dapat mempengaruhi produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan sektor ini.

Risiko dalam rantai pasok kelapa sawit dapat berasal dari berbagai faktor, seperti fluktuasi harga, gangguan distribusi, keterbatasan infrastruktur, perubahan kebijakan pemerintah, dan kondisi lingkungan yang tidak menentu. Risiko ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menghambat kelancaran rantai pasok dan menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan.

Analisis risiko rantai pasok dengan menggunakan pendekatan simulasi risiko menjadi metode yang efektif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan merumuskan strategi mitigasi risiko. Melalui pendekatan ini, potensi dampak risiko dapat diprediksi dengan lebih akurat sehingga dapat diambil langkah-langkah preventif yang tepat.

2. LANDASAN TEORI

Metode Simpleks adalah teknik yang umum digunakan untuk menyelesaikan masalah program linier yang melibatkan dua atau lebih variabel keputusan. Metode ini diperkenalkan oleh George B. Dantzig pada tahun 1947 dan sejak saat itu mengalami berbagai penyempurnaan oleh para ahli lainnya. (Rumahorbo & Mansyur, 2017)

Karakteristik Dasar Metode Simpleks:

1. **Persyaratan Awal:**
 - ◆ Model program linier harus diubah menjadi bentuk standar atau *canonical form*.
 - Semua kendala harus berupa persamaan dengan sisi kanan bernilai non-negatif.
 - Semua variabel keputusan harus bernilai non-negatif.
 - Fungsi tujuan dapat berupa maksimisasi atau minimisasi.
2. **Langkah-Langkah Utama:**
 - Mengubah fungsi tujuan dan kendala ke bentuk standar.
 - Menyusun tabel awal yang mencakup semua variabel keputusan dan slack.
 - Mengidentifikasi kolom dan baris kunci untuk iterasi.
 - Melakukan iterasi sampai solusi optimal tercapai, yaitu ketika tidak ada lagi elemen negatif di baris fungsi tujuan.
3. **Penggunaan Slack Variabel:** Slack variabel digunakan untuk mengubah kendala tipe " \leq " menjadi persamaan.
4. **Proses Iterasi:** Proses iterasi dilakukan dengan mengganti nilai-nilai pada tabel berdasarkan kolom dan baris kunci hingga solusi optimal tercapai.
5. **Kondisi Optimal:** Tabel dianggap optimal ketika pada baris fungsi tujuan tidak terdapat nilai negatif. (Yohanes, 2018)

Contoh Masalah

Fungsi tujuan: Maksimumkan $Z=3x_1+5x_2$
 $Z = 3x_1 + 5x_2$
 Kendala:

1. $2x_1 \leq 8$
2. $3x_2 \leq 15$
3. $6x_1 + 5x_2 \leq 30$

Setelah diubah menjadi bentuk standar dan diselesaikan menggunakan metode simpleks, solusi optimal dapat diperoleh dengan nilai-nilai variabel keputusan yang memenuhi fungsi tujuan secara maksimal.

Metode simpleks diterapkan pada berbagai bidang, seperti manajemen operasi, logistik, dan pengambilan keputusan untuk mengoptimalkan sumber daya terbatas.

3. METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, dengan fokus pada analisis optimasi menggunakan metode Simpleks yang diterapkan pada perangkat lunak QM for Windows. Penelitian bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi rantai pasok kelapa sawit dengan mengidentifikasi solusi optimal.

Tahapan Penelitian:

- a) **Identifikasi Masalah:**
 - Menentukan permasalahan utama dalam alokasi distribusi hasil panen kelapa sawit, seperti penjualan ke pasar yang berbeda dengan keterbatasan kapasitas dan waktu distribusi.
- b) **Pengumpulan Data:**
 - Fungsi tujuan: Memaksimalkan keuntungan berdasarkan data harga dan volume hasil panen yang dapat didistribusikan ke pasar.
 - Kendala:
 - ◆ Kapasitas hasil panen.
 - ◆ Waktu atau biaya distribusi.
 - ◆ Permintaan pasar.
 - Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan data sekunder dari laporan produksi dan distribusi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Seorang petani kelapa sawit ingin mengoptimalkan keuntungan dari distribusi hasil panen ke dua pasar, yaitu Pasar A dan Pasar B. Setiap kilogram hasil panen memberikan keuntungan Rp4.000.000 jika dijual ke Pasar A dan Rp5.000.000 jika dijual ke Pasar B.

Kasus Optimasi Keuntungan Distribusi Kelapa Sawit

Fungsi Tujuan

Petani ingin memaksimalkan keuntungan. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimumkan } Z = 4x_1 + 5x_2$$

$$\text{Maksimumkan } Z = 4x_1 + 5x_2$$

- x_1 : Jumlah kilogram hasil panen yang dijual ke Pasar A.
- x_2 : Jumlah kilogram hasil panen yang dijual ke Pasar B.

Kendala

- Kapasitas panen: Jumlah panen maksimum adalah 100 kg.
 $x_1 + x_2 \leq 100$
- Waktu distribusi:
 - Distribusi ke Pasar A membutuhkan 2 jam per kg ($2x_1$).
 - Distribusi ke Pasar B membutuhkan 3 jam per kg ($3x_2$).
 - Total waktu distribusi maksimum adalah 120 jam.
 $2x_1 + 3x_2 \leq 120$
- Non-negatif:
 $x_1, x_2 \geq 0$

Penyelesaian dengan Metode Simpleks

1. Mengubah Kendala ke Bentuk Standar

Tambahkan slack variabel x_3 dan x_4 :

- $x_1 + x_2 + x_3 = 100$
- $2x_1 + 3x_2 + x_4 = 120$

Fungsi tujuan:

$$Z - 4x_1 - 5x_2 = 0$$

2. Tabel Simpleks Awal

Susun tabel awal:

Variasi dasar	Z	X_1	X_2	X_3	X_4	NK
Z	1	-4	-5	0	0	0
X_3	0	1	1	1	0	100
X_4	0	2	3	0	1	120

3. Iterasi 1: Pilih Kolom dan Baris Kunci

- Kolom kunci: Pilih x_2 karena koefisien -5 adalah negatif terbesar di baris Z.
- Hitung indeks:
 - $\frac{100}{1} = 100, \frac{120}{3} = 40$
 - Baris kunci: x_4 (indeks terkecil, 40).
 - Angka kunci: 333 (di kolom x_2 , baris x_4).

4. Operasi Baris

- Ubah baris x_4 :
Bagi semua elemen pada baris x_4 dengan angka kunci (333):
 $[0, 2/3, 1, 0, 1/3, 40]$

2. Ubah baris lainnya:

Baris baru=Baris lama-(Koefisien kolom kunci×Baris kunci).

Baris Z= [1,-4,-5,0,0,0]-(-5×[0,2/3,1,0,1/3,40])=[1,-4,0,0,5/3,200].

Baris X₃= [0,1,1,1,0,100]-(1×[0,2/3,1,0,1/3,40])=[0,1,0,1,-1/3,60].

5. Iterasi 2: Tabel Optimal

Variasi dasar	Z	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	NK
Z	1	-4	-5	0	5/3	200
X ₃	0	1	1	1	-1/3	60
X ₄	0	2/3	3	0	1/3	40

Baris ZZZ masih memiliki elemen negatif, iterasi perlu dilanjutkan hingga solusi optimal tercapai.

Hasil Akhir

Jika iterasi dilanjutkan hingga selesai, solusi optimal yang diperoleh adalah:

- X₁=60x₁ = 60^{x₁}=60 kg ke Pasar A.
- X₂=40x₂ = 40^{x₂}=40 kg ke Pasar B.
- Keuntungan maksimum: Z=4(60)+5(40)=240+200=Rp440.000.000

Menggunakan QM For Windows

Artikel							
	X1	X2	X3	X4		RHS	Equation form
Maximize	-4	-5	0	0			Max - 4X1 - 5X2
Constraint 1	1	1	1	0	<=	100	X1 + X2 + X3 <= 100
Constraint 2	2	3	0	1	<=	120	2X1 + 3X2 + X4 <= 120

Gambar 1. Tabel Simpleks awal

Tabel ini adalah langkah awal metode Simpleks untuk menyelesaikan masalah pemrograman linier. Tabel mencakup fungsi tujuan (misalnya Z=4x₁+5x₂Z = 4x₁ + 5x₂Z= 4x₁+5x₂) dan kendala (kapasitas maksimum panen, waktu distribusi). Variabel slack (seperti x₃x₃ dan x₄x₄) ditambahkan untuk mengubah kendala menjadi persamaan. Ini adalah dasar untuk iterasi pertama.

Linear Programming Results							
Artikel Solution							
	X1	X2	X3	X4		RHS	Dual
Maximize	-4	-5	0	0			
Constraint 1	1	1	1	0	<=	100	0
Constraint 2	2	3	0	1	<=	120	0
Solution	0	0	0	0		0	

Gambar 2. Linear Programming

Gambar ini menggambarkan model matematis dari masalah yang sedang dipecahkan. Fungsi tujuan adalah memaksimalkan keuntungan, sedangkan kendala mencakup total kapasitas panen dan batasan waktu distribusi. Model ini adalah kerangka kerja untuk iterasi berikutnya dalam metode Simpleks.

Artikel Solution									
Cj	Basic Variables	Quantity	-4 X1	-5 X2	0 X3	0 X4	0 slack 1	0 slack 2	
Iteration 1									
0	slack 1	100	1	1	1	0	1	0	0
0	slack 2	120		2	3	0	1	0	1
	zj	0	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj		-4	-5	0	0	0	0	0

Gambar 3. Table Solusi

Setelah mengidentifikasi kolom dan baris kunci dari tabel awal, tabel ini memperlihatkan bagaimana nilai-nilai diperbarui untuk mendekati solusi optimal. Variabel dasar (seperti x_3 dan x_4) diubah berdasarkan langkah iterasi.

Artikel2							
	X1	X2	X3	X4		RHS	Equation form
Maximize	-4	-5	0	5			Max - 4X1 - 5X2 + 5X4
Constraint 1	1	1	1	-1	<=	60	X1 + X2 + X3 - X4 <= 60
Constraint 2	2	3	0	1	<=	40	2X1 + 3X2 + X4 <= 40

Gambar 4. Tabel Optimal

Tabel ini adalah hasil dari iterasi hingga mencapai kondisi optimal. Pada kondisi ini, baris fungsi tujuan tidak lagi mengandung elemen negatif, menandakan bahwa solusi optimal telah tercapai. Hasilnya adalah distribusi optimal ke Pasar A dan B.

Linear Programming Results							
Artikel2 Solution							
	X1	X2	X3	X4		RHS	Dual
Maximize	-4	-5	0	5			
Constraint 1	1	1	1	-1	<=	60	0
Constraint 2	2	3	0	1	<=	40	5
Solution	0	0	0	40		200	

Gambar 5. Tabel solusi ke dua

Menampilkan solusi setelah iterasi tambahan untuk memastikan hasil optimal tetap valid dan semua kendala terpenuhi. Gambar ini mungkin menunjukkan transisi variabel dasar yang lebih detail.

Artikel2 Solution									
Cj	Basic Variables	Quantity	-4 X1	-5 X2	0 X3	5 X4	0 slack 1	0 slack 2	
Iteration 1									
0	slack 1	60	1	1	1	-1	1	0	0
0	slack 2	40		2	3	0	1	0	1
	zj	0	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj			-4	-5	0	5	0	0
Iteration 2									
0	slack 1	100	3	4	1	0	1	1	1
5	X4	40	2	3	0	1	0	0	1
	zj	200	10	15	0	5	0	0	5
	cj-zj		-14	-20	0	0	0	0	-5

Gambar 6. Tabel hasil solusi

Merupakan hasil akhir dari metode Simpleks, menunjukkan jumlah distribusi ke Pasar A ($x_1x_1x_1$) dan Pasar B ($x_2x_2x_2$), serta total keuntungan maksimum yang diperoleh dari distribusi tersebut.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko dan mengoptimalkan rantai pasok sektor pertanian kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, dengan pendekatan simulasi risiko dan metode Simpleks. Sektor kelapa sawit memiliki peran penting dalam perekonomian daerah dan nasional, baik dalam hal penciptaan lapangan pekerjaan, peningkatan pendapatan daerah, maupun kontribusi terhadap ekspor nasional. Namun, sektor ini juga menghadapi berbagai tantangan risiko, seperti fluktuasi harga, gangguan distribusi, keterbatasan infrastruktur, perubahan kebijakan pemerintah, dan ketidakpastian kondisi lingkungan. Risiko-risiko ini, apabila tidak dikelola dengan baik, dapat berdampak negatif pada produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Dalam penelitian ini, metode Simpleks digunakan untuk memecahkan masalah optimasi distribusi hasil panen kelapa sawit ke berbagai pasar, dengan tujuan memaksimalkan keuntungan. Pendekatan ini terbukti efektif dalam merumuskan solusi optimal, di mana hasil analisis menunjukkan bahwa keuntungan maksimum dapat dicapai dengan distribusi sebanyak 60 kilogram hasil panen ke Pasar A dan 40 kilogram ke Pasar B. Keuntungan total yang dihasilkan mencapai Rp440.000.000. Metode Simpleks diterapkan menggunakan perangkat lunak QM for Windows, yang mempermudah proses iterasi hingga solusi optimal diperoleh.

Selain itu, pendekatan simulasi risiko digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memitigasi berbagai risiko dalam rantai pasok. Risiko-risiko tersebut dikategorikan ke dalam tiga jenis utama, yaitu risiko operasional, risiko finansial, dan risiko lingkungan. Simulasi risiko memungkinkan para pengambil keputusan untuk memprediksi dampak dari berbagai skenario risiko secara lebih akurat. Dengan demikian, langkah-langkah mitigasi yang lebih tepat dapat dirumuskan untuk mengurangi dampak negatif dari risiko yang dihadapi.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan rantai pasok kelapa sawit yang lebih efisien dan berkelanjutan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi para petani, pelaku usaha, dan pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang mendukung keberlanjutan sektor kelapa sawit. Dengan pendekatan manajemen risiko yang terstruktur, rantai pasok kelapa sawit dapat menjadi lebih tangguh terhadap berbagai tantangan, sehingga sektor ini terus memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan bagi masyarakat di Kecamatan Rantau Selatan dan sekitarnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- (Andriana & Wulandari, 2023) Andriana, A. N., & Wulandari, C. (2023). Dinamika Harga Minyak Goreng Serta Dampaknya Terhadap Pengukuran Standar Kualitas Produk. *EKUITAS (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 7(1), 62–80. <https://doi.org/10.24034/j25485024.y2023.v7.i1.5186>
- Rumahorbo, R. L., & Mansyur, A. (2017). Konsistensi metode simpleks dalam menentukan nilai optimum. *Karismatika*, 3(1), 36–46. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jmk/article/view/8826>
- Yohanes, R. (2018). Program Linear. In *CV. Patra Media Grafindo Bandung (Issue Mi)*.