

# **Aplikasi *Goal Programming* dalam Integrasi Tanaman Ternak**



**Supriyo Imran**

**Aplikasi *Goal Programming*  
dalam Integrasi Tanaman Ternak**

**ideas**  
PUBLISHING

IP.014.04.2021

---

**Aplikasi *Goal Programming*  
dalam Integrasi Tanaman Ternak**

Supriyo Imran

Pertama kali diterbitkan pada April 2021

Oleh **Ideas Publishing**

Alamat: Jalan Ir. Joesoef Dalie No. 110

Kota Gorontalo

Surel: infoideaspublishing@gmail.com

Anggota IKAPI No. 001/GORONTALO/14

ISBN: 978-623-234-160-9

Penyunting : Nur Fitri Yanuar Misilu

Penata Letak : Siti Khumaira Dengo

Desainer Sampul: Ilham Djafar

---

Dilarang mengutip, memperbanyak, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik dan mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, maupun dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit.

# Daftar Isi

Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	xi
Prakata.....	xiii
<b>Bab 1 Sistem Integrasi Tanaman-Ternak.....</b>	<b>1</b>
A. Program Interaksi Tanaman-Ternak.....	1
B. Pentingnya Sistem Integrasi Tanaman-Ternak.....	2
C. Tantangan Pelaksanaan Sistem Integrasi Tanaman-Ternak.....	4
<b>Bab 2 Pola dan Manfaat Integrasi Tanaman-Ternak.....</b>	<b>7</b>
A. Pola Integrasi Tanaman-Ternak.....	7
B. Manfaat Pola Integrasi Tanaman-Ternak.....	9
<b>Bab 3 Keuntungan Integrasi Tanaman-Ternak.....</b>	<b>17</b>
A. Konsep Keuntungan.....	17
B. Perhitungan Pendapatan pada Integrasi Tanaman-Ternak.....	21
<b>Bab 4 Sumber Daya Produksi Integrasi Tanaman-Ternak.....</b>	<b>23</b>
A. Sumber Daya dan Alokasi Sumber Daya.....	23
B. Sumber Daya Modal.....	26
<b>Bab 5 Optimalisasi Produk.....</b>	<b>29</b>
A. Hakikat Optimalisasi Produksi.....	29
B. Hubungan antara Dua Produk dan Model Produk Antara.....	30
<b>Bab 6 Analisis Goal Programming.....</b>	<b>35</b>
A. Analisis Goal Programming dalam Optimalisasi Produksi.....	35
B. Kendala dalam Goal Programming.....	38

<b>Bab 7 Aplikasi Goal Programming</b>	
<b>    pada Integrasi Tanaman Ternak .....</b>	<b>41</b>
A. Analisis Keuntungan Sistem Integrasi Jagung-Sapi	
di Gorontalo .....	43
1. Keuntungan Usaha Tani Jagung .....	44
2. Keuntungan Usaha Ternak Sapi Potong .....	45
3. Keuntungan Usaha Integrasi Jagung-Sapi Potong .....	53
B. Analisis Keuntungan Sistem Integrasi Tebu-Sapidi Gorontalo...	56
1. Keuntungan Usaha Tani Tebu.....	56
2. Keuntungan Usaha Ternak Sapi Potong .....	58
3. Keuntungan Integrasi Usaha Tebu-Sapi Potong .....	63
C. Optimalisasi Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi	
Potong di Gorontalo .....	66
1. Sasaran dan Koefisien Sasaran.....	66
2. Kendala dan Koefisien Input-Output.....	68
3. Hasil Optimal.....	71
D. Optimalisasi Produksi pada Sistem Tebu-Sapi Potong	
di Gorontalo .....	116
1. Sasaran dan Koefisien Sasaran.....	116
2. Kendala dan Koefisien Input-Output Kendala.....	118
3. Hasil Optimal.....	121
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>159</b>
<b>Profil Penulis .....</b>	<b>163</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>165</b>

## Daftar Tabel

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Hlm.</b>
7.1	Keuntungan Usaha Tani Jagung pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	45
7.2	Penerimaan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	46
7.3	Biaya Tetap Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	47
7.4	Biaya Variabel Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	50
7.5	Total Biaya Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	51
7.6	Keuntungan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	53
7.7	Rata-Rata Penerimaan Petani pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	54
7.8	Rata-rata Biaya Variabel dan Biaya Tetap pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	55
7.9	Rata-Rata Keuntungan Petani Integrasi Jagung-Sapi Potong per Musim/Periode di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2018	55
7.10	Keuntungan Usaha Tani-Tebu pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	57
7.11	Penerimaan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	58
7.12	Biaya Tetap Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	59
7.13	Biaya Variabel Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	61
7.14	Total Biaya Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	62
7.15	Keuntungan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	63
7.16	Rata-rata Penerimaan Petani pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	64
7.17	Rata-Rata Biaya Variabel dan Biaya Tetap pada Pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	65
7.18	Rata-Rata Keuntungan Petani Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018	65
7.19	Sasaran pada Sistem Integrasi Usaha Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	67

7.20	Solusi Optimal Skenario 1 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	72
7.21	Tingkat Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi pada Skenario 1 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	73
7.22	Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	75
7.23	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	76
7.24	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	77
7.25	Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 1 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	79
7.26	Solusi Optimal Skenario 2 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	81
7.27	Biaya Produksi pada Integrasi Jagung-Sapi pada Skenario 2 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	83
7.28	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	85
7.29	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	85
7.30	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	87
7.31	Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 2 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	88
7.32	Solusi Optimal Skenario 3 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	89
7.33	Risiko Produksi pada Integrasi Jagung-Sapi Skenario 3 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	92
7.34	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Risiko Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	94
7.35	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	95
7.36	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	96
7.37	Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 3 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	98

7.38	Solusi Optimal Skenario pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	99
7.39	Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	102
7.40	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya dan Risiko Produksi Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	103
7.41	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	104
7.42	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	107
7.43	Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 4 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	108
7.44	Sasaran pada Sistem Integrasi Usaha Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	117
7.45	Solusi Optimal Skenario 1 Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	122
7.46	Tingkat Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi pada Skenario 1 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	123
7.47	Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	124
7.48	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	125
7.49	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	126
7.50	Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 1 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	128
7.51	Solusi Optimal Skenario 2 Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	129
7.52	Biaya Produksi pada Integrasi Tebu-Sapi pada Skenario 2 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	131
7.53	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	132
7.54	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	133
7.55	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	134
7.56	Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 2 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	135

7.57	Solusi Optimal Skenario 3 Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	136
7.58	Risiko Produksi pada Integrasi Tebu-Sapi Skenario 3 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018	138
7.59	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Risiko Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	139
7.60	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	139
7.61	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	141
7.62	Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 3 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	142
7.63	Solusi Optimal Skenario 4 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	143
7.64	Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	145
7.65	Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya, dan Risiko Produksi sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	146
7.66	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	147
7.67	Nilai Slack dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	149
7.68	Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 4 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018	151

## **Daftar Gambar**

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Hlm.</b>
5.1	Kombinasi Optimum Jagung, Tebu, dan Sapi	32
5.2	Penentuan Kombinasi Optimum Limbah Jagung dan Limbah Tebu	33



## Prakata

**A**lhamdulillah puji syukur dipanjatkan pada Allah Swt., yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku berjudul *Aplikasi Goal Programming dalam Integrasi Tanaman Ternak* dapat diselesaikan. Buku ini hadir di tengah kurangnya buku-buku yang secara khusus membahas penggunaan analisis *goal programming* pada integrasi tanaman-ternak yang masih jarang digunakan. Kebanyakan buku-buku yang ada hanya membahas tentang riset operasi, begitu juga dengan analisis linear *programming* yang sudah umum digunakan. Selain itu, buku ini berisi tentang penerapan optimalisasi produksi pada sistem integrasi tanaman ternak yang pada kebanyakan buku integrasi tanaman-ternak yang beredar bersifat teknis atau budidayanya saja, bukan secara ekonomi.

Tujuan buku ini adalah untuk memperkenalkan teori-teori tentang *goal programming*. Aplikasi *goal programming* digunakan untuk menganalisis optimalisasi produksi pada sistem integrasi tanaman-ternak, khususnya jagung, tebu, dan sapi potong. Buku ini membahas tentang teori analisis *goal programming*, optimalisasi produksi, integrasi tanaman-ternak, keuntungan sistem integrasi tanaman-ternak, sumber daya produksi integrasi tanaman-ternak, dan aplikasi *goal programming* pada integrasi tanaman-ternak.

Buku ini sesuai untuk dibaca bagi kalangan staf pengajar, perguruan tinggi, mahasiswa program sarjana dan pasca sarjana, petani, penyuluh, peneliti, industri, dan pemerhati yang ingin lebih mengenal tentang sistem integrasi tanaman-ternak.

Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada Ayahanda Simon Imran dan Ibunda Ruslin Mbuinga (alm.), yang senantiasa memberikan dorongan dan mendoakan penulis. Istri tercinta Dr. Ria Indriani, S.P., M.Si., dan anakku tersayang Nadia Rahmadani Imran yang telah menemani penulis baik dalam suka dan duka, memberikan doa, serta motivasi pada penyelesaian buku ini.

Akhirnya, dengan selesainya buku ini diharapkan adanya saran dan kritik membangun dari pembaca, karena penulis menyadari tulisan ini masih banyak dijumpai beberapa kekurangan. *Wassalam.*

Gorontalo, April 2021  
Penulis



# Bab 1

## **Sistem Integrasi Tanaman-Ternak**

### **A. Program Interaksi Tanaman-Ternak**

**P**enurunan populasi ternak ruminansia disebabkan oleh semakin luasnya lahan penggembalaan yang dikonversi menjadi lahan pangan, lahan perkebunan, dan semakin kecilnya pemilikan lahan produksi tanaman pangan yang tidak memungkinkan untuk memelihara ternak. Hal ini karena ketersediaan rumput dan sisa-sisa hasil pertanian yang tidak mencukupi kebutuhan pakan.

Ternak dalam usaha tani dinilai penting karena dapat menunjang peningkatan produksi tanaman melalui pemanfaatan pupuk kandang. Masyarakat petani di dunia saat ini disarankan untuk mengurangi pemakaian pupuk anorganik yang dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah pertanian dan emisi gas metan yang dapat menyebabkan efek rumah kaca sehingga meningkatkan suhu atmosfer (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012).

Solusi yang diberikan oleh para peneliti dan praktisi sampai sejauh ini yaitu berupa program integrasi ternak dengan tanaman perkebunan, tanaman pangan, atau hortikultura. Konsep integrasi tersebut memberikan suatu keuntungan yang sinergis yakni suatu keuntungan yang berlipat ganda yang diperoleh dari tanaman dan ternak hasil interaksi keduanya (Gil, Garrett, dan Berger, 2016).

## **B. Pentingnya Sistem Integrasi Tanaman-Ternak**

Program integrasi tanaman-ternak, telah dan masih terus digalakan oleh pemerintah melalui Kementerian Pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura, maupun tanaman perkebunan yang menempatkan dan mengusahakan sejumlah ternak tanpa mengurangi aktivitas dan produktivitas tanaman. Tujuan dari program ini adalah mendukung tercapainya program swasembada daging sapi kerbau (PSDSK) yang dilakukan melalui pelaksanaan kegiatan integrasi ternak ruminansia (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012).

Selain itu, sistem integrasi tanaman-ternak dimaksudkan untuk mendukung pencapaian program swasembada daging sapi yang di dalamnya juga berkaitan dengan aspek pengembangan pakan. Program pengembangan pakan tetap mengacu pada pencapaian kemandirian bahan baku (pakan) yang akan dilakukan melalui berbagai kegiatan, salah satunya adalah aplikasi kegiatan integrasi ternak ruminansia, khususnya sapi potong.

Pengembangan integrasi tanaman dan ternak melalui pengelolaan kotoran ternak menjadi pupuk organik dan pengolahan limbah tanaman untuk ternak terutama di sentra perkebunan, tanaman dan hortikultura merupakan salah satu indikator pada program peningkatan produksi ternak ruminansia dengan pendayagunaan sumber daya lokal untuk mendukung tercapainya swasembada daging (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012; Dixon, Gulliver, dan Gibbon, 2001).

Salah satu sistem integrasi tanaman pangan-ternak yang dilaksanakan oleh Kementerian Pertanian yaitu program peningkatan produktivitas padi terpadu (P3T) yang diimplementasikan dalam bentuk sistem integrasi padi ternak (SIPT). Kegiatan SIPT merupakan bagian dari program P3T yang dilaksanakan di lokasi yang merupakan lahan sawah irigasi di mana petani juga memelihara ternak sapi. Program ini merupakan kegiatan bersama antara Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, Ditjen Bina Produksi Peternakan dan Badan Litbang Pertanian di tingkat pusat dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian dengan Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Dinas Peternakan di tingkat provinsi (Priyanti, 2007). Program integrasi tanaman-ternak ruminansia yang dilaksanakan di 25 provinsi yang mendapat alokasi dana APBN bertujuan untuk mendukung tercapainya program swasembada daging sapi kerbau (PSDSK).

Adanya program tersebut diharapkan dapat meningkatkan produktivitas usaha tani tanaman-ternak yang pada akhirnya akan bermuara pada peningkatan

pendapatan dan kesejahteraan petani, serta rumah tangga petani tersebut. Selain itu, agar terjadi sinergi saling menguntungkan (*mutualism sinergicity*) dan pada akhirnya dapat membantu mengurangi biaya produksi (Handayani, 2009). Berkaitan dengan biaya produksi, maka diperlukan pengalokasian sumber daya produksi (input) yang tepat untuk mencapai hasil yang optimal.

### **C. Tantangan Pelaksanaan Sistem Integrasi Tanaman-Ternak**

Permasalahan yang muncul dalam pelaksanaan program integrasi tanaman-ternak beragam, baik yang bersifat teknis maupun nonteknis. Permasalahan nonteknis, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu mengenai keterbatasan lahan dan modal. Sementara itu, permasalahan yang bersifat teknis berupa perilaku petani yang tidak menerapkan paket teknologi integrasi yang telah ditetapkan. Selain keterbatasan lahan dan modal, ketersediaan tenaga kerja juga menjadi kendala dalam pelaksanaan integrasi tanaman-ternak. Petani dihadapkan pada berbagai aktivitas yang menuntut petani untuk dapat mengalokasikan tenaga kerjanya secara efisien (Handayani, 2009). Kebanyakan petani di Indonesia belum dapat memanfaatkan secara optimal berbagai sumber daya yang tersedia dalam sistem usaha taninya (Prawiradiputra, 2009).

Hal lain yang mendukung perlunya program integrasi tanaman-ternak yaitu terjadinya penurunan produktivitas lahan akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dalam upaya meningkatkan produksi pertanian nasional. Kondisi ini merupakan salah satu bentuk eksploitasi terhadap sumber daya lahan yang telah menyebabkan penurunan produktivitas pada lahan pertanian (Kariyasa, 2005). Konsumsi pupuk anorganik selama 15 tahun terakhir dilaporkan meningkat dengan peningkatan 16% per tahun yang sebagian besar terdistribusi di sektor tanaman pangan, yaitu 72% pada padi sawah dan 13% palawija (Syam dan Sariubang, 2004). Penurunan produktivitas lahan disebabkan karena menurunnya unsur hara di dalam tanah, terlebih jika penggunaannya melebihi dosis yang telah ditetapkan (Sihaloho, 2004).

Penggunaan pupuk yang berlebihan ini juga akan menimbulkan masalah terhadap produksi, efisiensi serta pendapatan petani. Kenaikan produksi tidak lagi sebanding dengan kenaikan penggunaan pupuk. Oleh karena itu, perlu upaya memperbaiki produktivitas lahan pertanian melalui pengelolaan secara terpadu yang mencakup aspek kimia, fisika dan biologi, dengan komponen utamanya yaitu pengelolaan bahan organik. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk organik memiliki peluang yang besar dalam memperbaiki kesuburan lahan (Handayani, 2009).

Sumber daya produksi yang sering kali menjadi kendala atau pembatas dalam kegiatan pengalokasian sumber daya yaitu sumber daya lahan dan modal. Kendala lain yang dihadapi, yaitu kemampuan dalam pengelolaan usaha tani sehingga pemilihan cabang usaha sering kali bukan didasarkan pada pertimbangan efisiensi, melainkan faktor kebiasaan. Melihat kondisi yang seperti ini maka alokasi sumber daya yang dikuasai oleh petani sering kali belum optimal dan pengelolaan usaha menjadi tidak efisien dengan tingkat produktivitas relatif rendah yang selanjutnya akan berdampak pada capaian pendapatan yang belum maksimal (Asmara, 2002).



# Bab 2

## **Pola dan Manfaat Integrasi Tanaman-Ternak**

### **A. Pola Integrasi Tanaman-Ternak**

**P**ola integrasi antara tanaman dan ternak atau yang sering disebut dengan pertanian terpadu adalah memadukan antara kegiatan peternakan dan pertanian. Pola ini sangatlah menunjang dalam penyediaan pupuk kandang di lahan pertanian sehingga pola ini sering disebut pola peternakan tanpa limbah karena limbah peternakan digunakan untuk pupuk, dan limbah pertanian digunakan untuk pakan ternak.

Sistem integrasi tanaman-ternak merupakan penerapan usaha tani terpadu melalui pendekatan *low external input* antara komoditas tanaman pertanian dengan ternak. Pendekatan *low external input* adalah suatu cara dalam menerapkan konsep pertanian terpadu dengan mengupayakan penggunaan sumber daya yang berasal dari sistem pertanian sendiri dan sangat minimal

penggunaan sumber daya produksi dari luar sistem pertanian tersebut (Suharto, 2000; Prawiradiputra, 2009).

Interaksi dari kedua komoditas usaha tani tersebut terjadi yaitu berupa pemanfaatan hasil samping tanaman (sisa-sisa hasil tanaman) untuk ternak dan pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk organik bagi tanaman yang diintegrasikan dengan ternak tersebut (Gil, Garrett, dan Berger, 2016).

Sistem integrasi tanaman-ternak dapat terlaksana dengan berbagai macam tanaman mulai dari tanaman pangan, hortikultura, hingga tanaman perkebunan dan juga dengan berbagai macam ternak, seperti sapi, kambing, domba, serta dapat juga diintegrasikan dengan perikanan. Tanaman pangan, selain padi, yang diintegrasikan dengan ternak yaitu tanaman jagung. Selain tanaman pangan, ternak juga dapat diintegrasikan dengan tanaman hortikultura yaitu sayuran dan buah-buahan, seperti nanas dan pisang. Tebu dan kelapa sawit merupakan contoh tanaman perkebunan yang juga dapat diintegrasikan dengan ternak (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012).

Integrasi tanaman dengan ternak di Indonesia sebagaimana halnya juga di negara-negara lain di Asia Tenggara, khususnya antara tanaman pangan dan ternak, secara tradisional sudah berjalan lama dan sampai saat ini masih mampu bertahan (FAO, 2001). Integrasi tanaman dengan ternak merupakan bagian dari sistem usaha tani yang terdiri atas beberapa subsistem, seperti subsistem rumah tangga petani, lahan, tanaman, ternak dan lain-lain.

Subsistem ini terintegrasi dan saling tergantung satu sama lain. Sistem integrasi ini dijalankan dalam upaya menopang perekonomian petani kecil di pedesaan (Amir dan Knipscheer, 2004; Devendra, 2009).

Sistem integrasi tanaman-ternak (SIPT) telah diteliti secara sistematis sejak awal 1980. Penelitian ini mempertimbangkan aspek-aspek keberlanjutan (*sustainable*) yang ramah lingkungan (*environmentalfriendly*), secara sosial diterima masyarakat (*socially acceptable*), secara ekonomi layak (*economically feasible*) dan diterima secara politis (*politically desirable*). Pada akhir dekade 1990-an, SIPT memasuki tahapan yang penting dengan diintensifikannya integrasi padi dengan sapi dioptimalkan untuk mengurangi penggunaan input dari luar yang dikenal sebagai LEISA (*low external input sustainable agriculture*). Dengan pendekatan LEISA, SIPT secara empiris telah membuktikan kemampuannya menciptakan lapangan kerja yang bersumber pada usaha dengan memanfaatkan sumber daya lokal secara lebih efisien (Soeharto, 2000; Prawiradiputra, 2009).

## **B. Manfaat Pola Integrasi Tanaman-Ternak**

Integrasi hewan ternak dan tanaman dimaksudkan untuk memperoleh hasil usaha yang optimal dan dalam rangka memperbaiki kondisi kesuburan tanah. Interaksi antara ternak dan tanaman haruslah saling melengkapi, mendukung dan saling menguntungkan sehingga dapat

mendorong peningkatan efisiensi produksi dan meningkatkan keuntungan hasil usaha taninya.

Devendra (2009) menyatakan bahwa terdapat delapan keuntungan dari penerapan pola sistem integrasi tanaman-ternak, yaitu: (1) diversifikasi penggunaan sumber daya produksi; (2) mengurangi terjadinya risiko usaha; (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja; (4) efisiensi penggunaan sumber daya produksi; (5) mengurangi ketergantungan energi kimia dan biologi serta masukan sumber daya lainnya; (6) sistem ekologi lebih lestari serta tidak menimbulkan polusi sehingga ramah lingkungan; (7) meningkatkan produksi; dan (8) mampu mengembangkan rumah tangga petani yang berkelanjutan. Kedelapan keuntungan ini diperoleh karena adanya sinergi antar-kegiatan, yang pada gilirannya hampir tidak ada sumber daya yang terbuang (*zero waste*). Implikasinya adalah beberapa produk yang dihasilkan dapat diperoleh tanpa biaya yang secara riil harus dikeluarkan petani/peternak (*zero cost*).

Ciri utama integrasi tanaman-ternak adalah adanya *sinergisme* atau keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak. Petani memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk organik untuk tamanannya, kemudian memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan ternak (Ismail dan Djajanegara, 2004). Pada model integrasi tanaman-ternak, petani mengatasi permasalahan ketersediaan pakan dengan memanfaatkan limbah tanaman, seperti jerami padi, jerami jagung, limbah kacang-kacangan, dan limbah pertanian lainnya. Terutama

pada musim kering, limbah ini bisa menyediakan pakan berkisar 33,3% dari total rumput yang diberikan (Kariyasa, 2003). Kelebihan dari adanya pemanfaatan limbah adalah di samping mampu meningkatkan ketahanan pakan, khususnya pada musim kering juga mampu menghemat tenaga kerja dalam kegiatan mencari rumput, sehingga memberi peluang bagi petani untuk meningkatkan jumlah skala pemeliharaan ternak.

Pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk organik di samping mampu menghemat penggunaan pupuk anorganik, juga sekaligus mampu memperbaiki struktur dan ketersediaan unsur hara tanah. Dampak ini terlihat dengan meningkatnya produktivitas lahan. Hasil kajian Adnyana dkk. (2003) menunjukkan bahwa model CLS yang dikembangkan petani di Jawa Tengah dan Jawa Timur mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik 25-33% dan meningkatkan produktivitas padi 20-29%. Hasil temuan serupa oleh Bulu dkk. (2004) di Provinsi NTB bahwa model CLS yang diterapkan petani mampu meningkatkan pendapatan sekitar 8,4%. Hasil temuan tersebut diperkuat oleh model CLS yang diterapkan petani di Bali terbukti juga mampu menghemat pengeluaran biaya pupuk sebesar 25,2% dan meningkatkan pendapatan petani sebesar 41,4% (Sudaratmaja, dkk., 2004). Demikian juga hasil kajian Suwono, dkk. (2004) di Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa semua petani mengatakan penggunaan pupuk organik mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik walaupun pada praktiknya

petani tidak mengurangi penggunaan pupuk anorganik secara signifikan.

Konsep integrasi ternak dalam usaha tani tanaman, baik itu tanaman perkebunan, pangan, maupun hortikultura, adalah menempatkan dan mengusahakan sejumlah ternak tanpa mengurangi aktivitas dan produktivitas tanaman. Bahkan, keberadaan ternak ini harus dapat meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus dengan produksi ternaknya. Pengelolaan ternak dalam hal ini dilaksanakan oleh keluarga petani yang dalam waktu bersamaan melaksanakan produksi tanaman. Oleh karena itu, pasokan untuk menunjang pengelolaan ternak sebagian besar diharapkan dapat diperoleh dari sisa hasil pertanian tanaman meskipun sebagian kecil pasokan harus diperoleh dari luar. Sebagai konsekuensinya, keluarga petani tanaman yang akan mengusahakan integrasi ternak dalam tanamannya harus menguasai teknik pemeliharaan dan pemanfaatan ternak secara baik di samping pengetahuan praktek usaha tani tanamannya, terutama pengetahuan dalam mengintegrasikan berbagai manfaat ternak pada tanaman dan sebaliknya (Direktorat Budi daya Ternak Ruminansia, 2010).

Sejalan dengan konsep tersebut, program integrasi ternak dalam usaha tani tanaman ini diharapkan dapat:

1. Meningkatkan produktivitas usaha tani tanaman perkebunan, tanaman pangan atau hortikultura melalui pemanfaatan ternak.

2. Meningkatkan pemanfaatan sisa hasil pertanian tanaman perkebunan, tanaman pangan atau hortikultura untuk pakan ternak.
3. Meningkatkan pemanfaatan tenaga ternak dan pupuk kandang dalam usaha tani tanaman.
4. Mengembalikan kesuburan tanah melalui pemanfaatan pupuk kandang.
5. Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan praktis keluarga petani dalam pengelolaan secara optimum ternak yang diintegrasikan dalam usaha tani tanaman.
6. Meningkatkan pendapatan keluarga petani pelaksana program integrasi ternak dalam usaha tani tanaman.

Selain masalah sumber daya produksi dan penerapannya, ketersediaan pasar baik pasar produk utama maupun produk sampingan juga menjadi penentu dalam keberhasilan sistem integrasi tanaman-ternak (Handayani, 2009). Muslim (2006) menjelaskan bahwa program integrasi tanaman-ternak tidak dapat dikatakan berhasil karena tidak menjalankan prinsip *zero waste*. Prinsip *zero waste* berkaitan langsung dengan efisiensi.

Pelaksanaan program sistem integrasi tanaman-ternak diharapkan dapat mencapai sasaran dalam hal meningkatkan produktivitas usaha tani, meningkatkan pemanfaatan sisa hasil pertanian sebagai pakan, meningkatkan pemanfaatan tenaga ternak dan pupuk kandang dalam usaha tani, mengembalikan kesuburan tanah, serta pengelolaan secara optimum ternak yang diintegrasikan dalam usaha tani (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012).

Keputusan memilih *integrated system* (IS) ditentukan oleh pengetahuan dan rantai pasokan infrastruktur yang memainkan peranan penting terutama pada awal terjadinya IS karena dekat ke lokasi IS dan fasilitas pengolahan biji-bijian dan ternak. Rata-rata pengadopsi IS lebih berpendidikan dan memiliki akses lebih ke bantuan teknis dan informasi sektor dari petani khusus atau peternak (Gil, Garrett, dan Berger, 2016).

Adopsi petani yang berbeda terhadap konfigurasi tanaman-ternak dalam sistem integrasi tergantung pada strategi produksi mereka. Aspek budaya memainkan peran utama dalam keputusan petani untuk mengadopsi IS (Gil, Siebold dan Berger, 2015). Selain itu, peningkatan produksi ternak dalam sistem pertanian tanaman-ternak juga dapat dilakukan dengan pendekatan partisipatif yang didasarkan pada prinsip-prinsip sistem pertanian dan penelitian partisipatif (Lisson dkk., 2010)

Penerapan integrasi tanaman-ternak (CLI) yang memanfaatkan sinergi antara sistem tanaman-ternak, ketahanan, efisiensi dan produktivitasnya hanya berlaku untuk jenis tertentu saja, secara keseluruhan efisiensi dan produktivitasnya lebih bergantung pada aktivitas alam dari pada praktek manajemen CLI (Stark, dkk., 2016). Namun, dengan analisis system IMPACT, sebuah *database* generik pada tingkat rumah tangga untuk integrasi tanaman-ternak terpadu dapat memenuhi tuntutan kebutuhan untuk integrasi yang lebih koheren, pengumpulan data global dan meningkatkan berbagi data yang

lebih baik dari penelitian dan hasil-hasil pembangunan di negara-negara berkembang (Herrero, dkk., 2017).

Model bio-ekonomi dalam pertanian berdasarkan optimasi dari fungsi utilitas menangkap bahwa integrasi antara ternak-tanaman melalui kegiatan dan pengenalan sistem DMC memberikan sumber tambahan pakan ternak pada musim kemarau yang lebih murah daripada pembelian pakan konsentrat sehingga dapat mengurangi biaya dan meningkatkan pendapatan rumah tangga bersih (Alary, dkk., 2016). Selain itu, pemodelan ekonomi yang dinamis dari integrasi tanaman-ternak dengan menyertakan praktik manajemen, seperti fertilisasi, pengobatan fungisida dan pengapuran, menunjukkan bahwa: (i) tumbuh tekanan hama yang dapat meningkatkan produksi tanaman dan kombinasi tanaman, sementara; (ii) harga pasar sebagian besar menentukan tanaman-ternak dalam rencana integrasi dan praktik manajemen tertentu (Liu dkk., 2016).





# Bab 3

## Keuntungan Integrasi Tanaman-Ternak

### A. Konsep Keuntungan

Pola tanam yang diusahakan petani akan memengaruhi produksi. Pola tanam yang berbeda akan menghasilkan jumlah dan pola produksi yang berbeda pula. Selain itu, juga terjadi perbedaan dalam jumlah produksi rata-rata untuk masing-masing komoditi yang diusahakan selama satu tahun yang disebabkan karena adanya perbedaan produktivitas pada setiap musim tanam (Asmara, 2002; Howara, 2004).

Perbedaan dalam pola dan jumlah produksi serta produktivitas akan berimplikasi pada adanya perbedaan dalam tingkat pendapatan (Asmara, 2002; Howara, 2004). Handayani (2009) menjelaskan bahwa perbedaan dalam tingkat pendapatan usaha tani disebabkan karena adanya perbedaan sumber daya yang dikuasai petani. Selain itu, cuaca dan umur tanaman dapat memengaruhi jumlah pendapatan bersih yang diterima pada satu waktu tertentu (Howara, 2004).

Tingkat pendapatan usaha tani pada kondisi tanpa menggunakan pupuk organik relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan usaha tani yang menggunakan pupuk organik. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut, petani menggunakan pupuk anorganik yang menyebabkan pengeluaran biaya untuk membeli pupuk tersebut. Dengan demikian, ada kecenderungan bahwa petani yang menggunakan pupuk organik akan memperoleh pendapatan yang relatif lebih besar. Pernyataan ini menunjukkan bahwa pendapatan dari usaha tani dengan integrasi akan relatif lebih besar dibandingkan pendapatan usaha tani tanpa integrasi (Howara, 2004). Namun, terdapat kemungkinan terjadi hal yang sebaliknya di mana pendapatan dari usaha tani yang terintegrasi akan lebih rendah dari pendapatan tanpa integrasi yang disebabkan oleh karena tingkat produksi yang tidak berbeda antara ternak yang memperoleh pakan jerami fermentasi dan yang hanya mengonsumsi rumput (Handayani, 2009).

Peningkatan jumlah pendapatan petani dimungkinkan dengan melakukan intensifikasi usaha sehingga produktivitas usaha meningkat. Intensifikasi dapat dilakukan dengan melaksanakan pemupukan yang berimbang sesuai dengan anjuran penyuluh pertanian dan penggunaan varietas unggul (Howara, 2004).

Pendapatan usaha tani yang didominasi oleh usaha tani tanaman, baik dari usaha tani lahan sawah maupun lahan kebun, menunjukkan bahwa penghasilan utama petani adalah dari bercocok tanam, sementara ternak

merupakan usaha sampingan yang berfungsi sebagai tabungan. Namun, usaha ternak juga berkontribusi terhadap pendapatan petani. Penerimaan dari usaha ternak berasal dari penerimaan tunai dan nontunai. Penerimaan tunai berasal dari penjualan ternak, sedangkan penerimaan nontunai berupa natura dari penambahan nilai ternak yaitu dari pertambahan bobot badan ternak (Handayani, 2009).

Pendapatan merupakan suatu hal yang sangat penting dalam menentukan laba atau rugi suatu usaha. Laba atau rugi diperoleh dengan melakukan perbandingan antara pendapatan dan beban atau biaya yang dikeluarkan atas pendapatan tersebut. Pendapatan dapat digunakan sebagai ukuran dalam menilai keberhasilan suatu usaha dan juga faktor yang menentukan keberlangsungan suatu usaha. Jhingan (2000) menyatakan bahwa pendapatan adalah penghasilan berupa uang selama periode tertentu. Pendapatan dapat diartikan sebagai semua penghasilan yang menyebabkan bertambahnya kemampuan, baik yang digunakan untuk konsumsi maupun untuk tabungan. Pendapatan tersebut dapat digunakan untuk memenuhi keperluan hidup dan mencapai kepuasan.

Pendapatan usaha tani memperhitungkan biaya tetap dan biaya variabel yang dikeluarkan serta penerimaan yang diperoleh petani dan peternak. Analisis pendapatan menggunakan dua komponen perhitungan yaitu komponen riil dan komponen tersamar. Komponen riil adalah komponen penerimaan maupun biaya yang riil yang diterima atau dikeluarkan oleh petani-peternak.

Komponen tersamar adalah komponen penerimaan ataupun biaya yang tidak riil diterima atau dikeluarkan oleh petani-peternak (Hastang, dkk., 2014).

Pendapatan adalah selisih antara penerimaan dengan semua biaya yang dikeluarkan selama melakukan kegiatan usaha. Ada beberapa pengertian yang perlu diperhatikan dalam menganalisis pendapatan antara lain (Soekartawi, 2002):

1. Penerimaan adalah jumlah produksi yang dihasilkan dalam suatu kegiatan usaha dikalikan dengan harga jual yang berlaku di pasar.
2. Pendapatan bersih adalah penerimaan kotor yang dikurangi dengan total biaya produksi atau penerimaan kotor di kurangi dengan biaya variabel dan biaya tetap.
3. Biaya produksi adalah semua pengeluaran yang dinyatakan dengan uang yang diperlukan untuk menghasilkan produksi.

Pendapatan kotor usaha tani didefinisikan sebagai nilai produk total usaha tani dalam jangka waktu tertentu, baik yang dijual maupun tidak dijual. Jangka waktu pembukuan umumnya satu tahun yang mencakup: a) dijual; b) dikonsumsi rumah tangga petani; c) digunakan dalam usaha tani; d) digunakan untuk pembayaran, dan; e) disimpan atau ada di gudang pada akhir tahun (Soekartawi, 2002).

## B. Perhitungan Pendapatan pada Integrasi Tanaman-Ternak

Penerimaan usaha tani adalah perkalian antara produksi yang diperoleh dengan harga jual (Rahim & Hastuti, 2007). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$TR = Y \cdot Py \dots\dots\dots(1)$$

**Keterangan:**

TR = total penerimaan

Y = produksi yang diperoleh dari suatu usaha tani

Py = harga produksi

Pendapatan merupakan selisih penerimaan dengan semua biaya produksi. Pendapatan meliputi pendapatan kotor (penerimaan total) dan pendapatan bersih. Pendapatan kotor adalah nilai produksi komoditas pertanian secara keseluruhan sebelum dikurangi biaya produksi (Rahim & Hastuti, 2007).

Pendapatan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Pi = TR - TC \dots\dots\dots(2)$$

$$\Pi = Y \cdot Py - \{(\sum Xi \cdot Pxi) - BTT\} \dots\dots\dots(3)$$

**Keterangan:**

Π = keuntungan/pendapatan (Rp)

TR = total penerimaan (Rp)

TC = total biaya (Rp)

Y = jumlah produksi (satuan)

Py = harga satuan produksi (Rp)

X = faktor produksi (satuan)

Px = harga faktor produksi (Rp/satuan)

N = banyaknya input yang dipakai

BTT = biaya tetap total (Rp)

Pengeluaran total usaha tani adalah nilai semua masukan yang habis terpakai atau dikeluarkan di dalam produksi, tetapi tidak termasuk tenaga kerja keluarga petani. Menurut Hernanto (1995), satuan umum yang dipakai mengukur tenaga kerja adalah jumlah dan hari kerja total. Ukuran untuk menghitung seluruh pencurahan kerja sejak persiapan lahan sampai panen dapat menggunakan inventarisasi jam kerja (1 hari = 7 jam kerja), lalu dijadikan hari kerja total (HK total).

Secara ekonomi, usaha dikatakan menguntungkan atau tidak menguntungkan dapat dianalisis dengan menggunakan perbandingan antara penerimaan total dan biaya total yang disebut dengan *revenue cost ratio* (R/C).

$$R/C = (P_y \cdot Y) / (FC + VC) \dots \dots \dots (4)$$

Atau:

$$R/C = PT / BT \dots \dots \dots (5)$$

**Keterangan:**

- Py = harga produksi
- Y = produksi
- FC = biaya tetap
- VC = biaya variabel
- PT = produksi total
- BT = biaya total

Ada tiga kriteria dalam perhitungan ini, yaitu:

1. Jika  $R/C < 1$ , maka usaha tani yang dilakukan secara ekonomi belum menguntungkan.
2. Jika  $R/C > 1$ , maka usaha tani yang dilakukan secara ekonomi menguntungkan.
3. Jika  $R/C = 1$ , maka usaha tani berada pada titik impas (*break event point*).



## Bab 4

# **SUMBER DAYA PRODUKSI INTEGRASI TANAMAN-TERNAK**

### **A. Sumber Daya dan Alokasi Sumber Daya**

Sumber daya produksi yang utama dalam sistem integrasi tanaman-ternak yaitu lahan, tenaga kerja, bibit tanaman, pupuk anorganik, (Asmara, 2002; dan Handayani, 2009). Selain itu, modal, kredit, pupuk organik sebagai sumber daya yang digunakan dalam perencanaan optimal (Howara, 2004).

Sumber daya lahan yang digunakan oleh petani terdiri atas lahan sawah dan lahan kebun. Penggunaan lahan dikategorikan berdasarkan kemampuan lahan untuk ditanami tanaman dalam waktu tertentu, misalnya dalam waktu satu tahun (Asmara, 2002; dan Handayani, 2009). Sumber daya lahan dibedakan menurut jenis lahan dan musim tanam yaitu lahan sawah satu kali tanam per tahun, lahan sawah dua kali tanam pertahun pada musim tanam I, lahan sawah dua kali tanam per tahun pada musim tanam II, dan lahan kering/lahan kebun (LKB) sepanjang tahun (Handayani, 2009).

Handayani (2009) menjelaskan bahwa alokasi sumber daya lahan yang mencapai 100% menunjukkan bahwa seluruh lahan yang diusahakan petani telah dimanfaatkan seluruhnya untuk usaha tani tanaman pertanian dan lahan dikategorikan sebagai sumber daya yang langka (menjadi kendala). *Shadow price* dari lahan bernilai lebih besar dari nol. Penambahan luas penguasaan lahan, baik lahan sawah maupun lahan kebun, akan memberikan tambahan pendapatan karena harga bayangan lahan masih lebih besar dari biaya produksi masing-masing jenis lahan. Namun, konsekuensinya adalah kebutuhan modal akan bertambah, sementara modal juga merupakan keterbatasan (kendala) yang dihadapi oleh petani.

### *Tenaga Kerja*

Tenaga kerja yang digunakan terdiri atas tenaga kerja dalam keluarga dan tenaga kerja luar keluarga. Khusus untuk tenaga kerja dalam keluarga, tidak semua anggota keluarga terlibat dalam usaha tani. Ketersediaan tenaga kerja keluarga merupakan kendala dalam melaksanakan usaha tani baik tanaman maupun ternak. Handayani (2009) menjelaskan, ketersediaan tenaga kerja keluarga dibedakan menurut bulan dalam setahun sehingga terdapat 12 macam tenaga kerja keluarga sebagai pembatas dalam usaha tani yang dilaksanakan petani. Ketersediaan tenaga kerja keluarga dihitung berdasarkan rata-rata jumlah anggota keluarga pria dan wanita yang terlibat dalam usaha tani, yang diasumsikan dapat bekerja 7-8 jam sehari, 25 hari kerja per bulan, atau 300 hari kerja setahun

(Handayani, 2009). Ukuran yang dipakai dalam menghitung tenaga kerja adalah jumlah curahan kerja dengan satuan HOK (hari orang kerja) (Asmara, 2002; Howara, 2004; dan Handayani, 2009).

Model integrasi membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak dibandingkan tanpa integrasi sehingga dengan mengintegrasikan usaha tani tanaman dengan ternak akan menambah kesempatan kerja pada usaha tani. Namun, secara keseluruhan masih terdapat pula kesempatan untuk melakukan kegiatan di luar usaha tani mengingat masih tersedianya tenaga kerja yang belum seluruhnya dicurahkan pada kegiatan usaha tani (Handayani, 2009).

Tenaga kerja paling banyak digunakan pada awal musim tanam untuk mengolah lahan. Aktivitas yang dikerjakan pada bulan pertama setiap musim tanam adalah persemaian dan mengolah lahan. Kegiatan mengolah lahan dan menanam padi menggunakan traktor sehingga dapat menghemat biaya tenaga kerja. Untuk tanaman palawija, kegiatan mengolah lahan menggunakan cangkul dan dikerjakan oleh tenaga upahan. Hingga bulan ketiga dilakukan aktivitas pemeliharaan (penyiangan, pemupukan, dan penyemprotan). Aktivitas panen dan pascapanen merupakan aktivitas produksi terakhir yang dilakukan pada bulan keempat (Howara, 2004).

Perbedaan dalam intensitas kerja karena perbedaan jenis tanaman yang diusahakan akan memengaruhi jumlah curahan kerja (Asmara, 2002; Howara, 2004). Tenaga kerja yang digunakan dalam usaha tani baik usaha tani lahan

sawah maupun lahan kebun, serta usaha tani ternak sangat ditentukan oleh kegiatan yang dilakukan pada setiap cabang usaha tani berdasarkan fase pertumbuhan tanaman atau ternak (Handayani, 2009).

Curahan kerja yang dilakukan untuk tanaman semusim adalah pada setiap bulan dalam tiap musim, sedangkan curahan kerja untuk tanaman tahunan dan ternak dilakukan sepanjang tahun. Curahan kerja dalam pemeliharaan ternak digunakan untuk kegiatan memberi pakan, membersihkan kandang dan menggembala bagi ternak yang dipelihara dengan sistem semi intensif (Handayani, 2009).

Penggunaan bibit tanaman untuk setiap musim tanam sangat tergantung pada pola tanam yang dijalankan oleh petani. Sebagian besar petani mendapatkan bibit tanaman dengan cara membeli. Pupuk anorganik yang digunakan terdiri atas pupuk urea, TSP, KCl, dan ZA (Asmara, 2002). Pupuk organik yang digunakan petani berasal dari kotoran sapi yang dikelola oleh kelompok tani. Jarak antara lokasi kandang dan hamparan sawah menjadi indikator dalam jumlah penggunaan kotoran sapi (Howara, 2004).

## **B. Sumber Daya Modal**

Sumber daya modal terdiri atas modal milik petani dan modal pinjaman. Modal milik petani sendiri dapat dibedakan berdasarkan musim yaitu modal sendiri untuk musim tanam I (MDS1) dan modal sendiri untuk musim

tanam II (MDS2). Modal yang berasal dari pinjaman juga dibedakan berdasarkan musim tanam (Handayani, 2009). Sumber daya modal sendiri diperoleh dengan menghitung rata-rata tingkat pendapatan rumah tangga petani selama satu tahun (Asmara, 2002). Penggunaan modal milik petani sendiri merupakan kendala dalam berusaha tani. Modal yang disediakan oleh petani sebagai modal kerja untuk usaha taninya dialokasikan untuk membiayai seluruh aktivitas produksi, membayar upah tenaga kerja luar keluarga, serta membayar angsuran pinjaman usaha tani. Jika kebutuhan biaya untuk usaha tani melebihi modal yang dimiliki petani, maka petani akan meminjam dalam bentuk kredit, baik kepada bank, koperasi, maupun kepada orang lain yang dapat member pinjaman (Howara, 2004; Handayani, 2009).

Kredit merupakan modal pinjaman dan bukan sumber daya yang langka yang ditunjukkan dengan harga bayangan kredit yang sama dengan nol. Petani memerlukan kredit karena petani membutuhkan modal tambahan untuk membiayai aktivitas usaha taninya, terutama untuk pembiayaan sarana produksi (Handayani, 2009).





# Bab 5

## Optimalisasi Produksi

### A. Hakikat Optimalisasi Produksi

Optimalisasi dalam suatu proses produksi adalah menyangkut alokasi sumber daya. Sementara itu, pendekatan alokasi sumber daya sangat terkait dengan konsep efisiensi (Asmara, 2002). Apabila tidak ada potensi perubahan yang lebih yang akan memperbesar efisiensi, maka alokasi sumber daya dikatakan efisien (Semaoen, 2001).

Terdapat beberapa cabang usaha yang dijalankan secara bersamaan dalam suatu usaha tani terpadu dengan menggunakan sumber daya yang tersedia. Hubungan antarcabang usaha tani dan antarproduk yang dihasilkan menjadi penentu dari optimalisasi dalam alokasi sumber daya (Asmara, 2002). Langham (2000) menyebutkan bahwa hubungan produk dengan produk merupakan prinsip yang mendasari teori maksimisasi keuntungan. Empat kemungkinan hubungan antar-produk, yaitu: (1) produk

bersama; (2) produk komplemen; (3) produk suplemen; dan (4) produk bersaing. Perbedaan keempat hubungan produk tersebut didasarkan atas daya substitusi suatu produk terhadap produk lainnya.

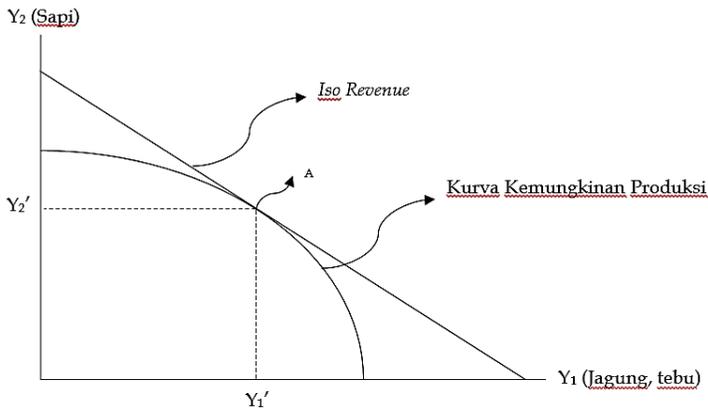
Kegiatan produksi yang dilakukan oleh petani yaitu dengan memanfaatkan sejumlah sumber daya produksi untuk menghasilkan produk tertentu. Dalam penelitian ini, kegiatan produksi yang dilakukan oleh petani yaitu kegiatan usaha tani terpadu (sistem integrasi tanaman-ternak) yang terdiri atas integrasi jagung-sapi dan tebu-sapi dengan memanfaatkan sejumlah sumber daya di antaranya lahan, benih/bibit, tenaga kerja keluarga, tenaga kerja dalam keluarga, dan lain-lain. hal yang diharapkan dalam suatu kegiatan produksi adalah tercapainya kondisi penggunaan sumber daya produksi yang dapat memberikan pendapatan maksimum dan kondisi pendapatan maksimum tersebut menandakan terjadinya kondisi efisiensi ekonomi Handayani (2009).

## **B. Hubungan antara Dua Produk dan Model Produk Antara**

Kegiatan memadukan usaha tani tanaman dengan ternak menggunakan sumber daya yang tersedia secara bersama untuk menghasilkan tanaman dan ternak. Dalam kegiatan tersebut, petani dihadapkan pada pilihan pengalokasian sumber daya yang ada untuk menghasilkan tanaman dan ternak, misalnya pengalokasian sumber daya lahan yang ada, keterbatasan sumber daya tenaga kerja keluarga

(waktu kerja), serta sumber daya lainnya (Handayani, 2009).

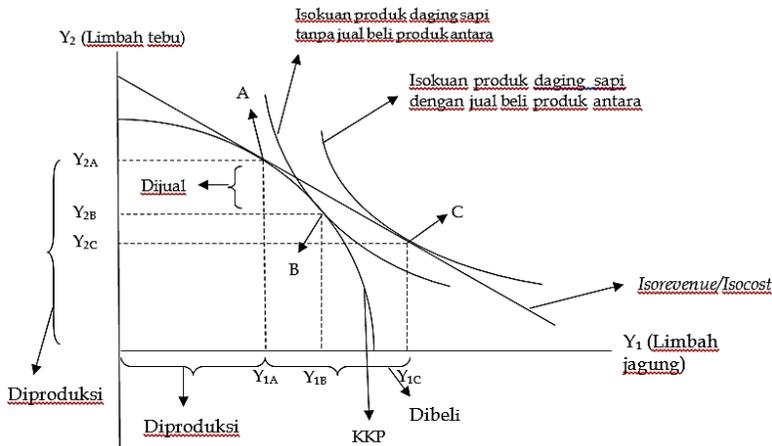
Jika tujuan petani adalah untuk mendapatkan pendapatan maksimum dari hasil tanaman dan ternak, maka petani dituntut untuk dapat mengalokasikan masing-masing sumber daya yang tersebut secara efisien. Kondisi ini digambarkan dengan kurva kemungkinan produksi (KKP). Kurva kemungkinan produksi ini menunjukkan kombinasi dua produk yang dapat dihasilkan dari sejumlah sumber daya tertentu sesuai dengan ketersediaan sumber daya yang dimiliki petani (Handayani, 2009). Garis horisontal ( $Y_1$ ) menunjukkan jumlah produksi jagung dan tebu. Garis vertikal ( $Y_2$ ) menunjukkan jumlah produksi sapi. Untuk menentukan jumlah produksi ternak dan tanaman yang memberikan pendapatan yang maksimum, digunakan garis *isorevenue*. Garis *isorevenue* menunjukkan bahwa sepanjang garis tersebut memberikan jumlah penerimaan yang sama, baik dari usaha tani tanaman maupun ternak. Kombinasi produksi tanaman (jagung dan tebu) dan produksi ternak (sapi) yang dapat memaksimumkan penerimaan adalah pada titik A di mana KKP bersinggungan dengan garis *isorevenue*. Jumlah ternak yang diproduksi adalah  $Y_2'$  dan jumlah tanaman yang diproduksi adalah  $Y_1'$  (gambar 5.1).



**Gambar 5.1 Kombinasi Optimum Jagung, Tebu, dan Sapi**

Konsep integrasi dapat dijelaskan dengan model produk antara di mana input untuk usaha tani ternak berasal dari *output* yang dihasilkan oleh usaha tani tanaman. Produk yang dihasilkan oleh satu jenis usaha pertanian digunakan sebagai input untuk jenis usaha lainnya (Handayani, 2009).

Gambar 5.2 menunjukkan kombinasi limbah jagung dan limbah tebu di sepanjang kurva kemungkinan produksi (KKP). Kurva isokuan menunjukkan limbah jagung dan limbah tebu yang dapat digunakan sebagai input (pakan) untuk memproduksi daging sapi. Jika limbah tanaman (sebagai produk antara) yang dihasilkan tersebut tidak diperjualbelikan atau dengan kata lain tidak ada pasar produk antara, maka kombinasi kedua limbah tersebut yang akan memberikan produksi daging sapi paling optimum adalah pada titik B, jumlah limbah tebu sebanyak  $Y_{2B}$  dan jumlah limbah jagung sebanyak  $Y_{1B}$  karena pada titik B tersebut kurva kemungkinan produksi bersinggungan dengan kurva isokuan.



**Gambar 5.2 Penentuan Kombinasi Optimum Limbah Jagung dan Limbah Tebu**

Jika terdapat pasar produk antara, maka kombinasi optimum yang akan memberikan pendapatan maksimum yaitu pada titik C. Pada titik tersebut, kurva kemungkinan produksi dan kurva isokuan keduanya bersinggungan dengan garis *isorevenue/isocost*. Pada titik C tersebut, jumlah limbah jagung yang dibutuhkan yaitu sebanyak Y<sub>1C</sub> dan jumlah limbah tebu yang dibutuhkan yaitu sebanyak Y<sub>2C</sub>. Sebelumnya, limbah jagung yang diproduksi hanya sebesar Y<sub>1A</sub> dan jumlah tersebut belum mencukupi kebutuhan sehingga perlu dibeli limbah jagung sebagai tambahan sebanyak Y<sub>1C</sub> - Y<sub>1A</sub>. Jumlah limbah tebu yang diproduksi yaitu sebesar Y<sub>2A</sub>, sedangkan jumlah limbah tebu yang dibutuhkan hanya sebesar Y<sub>2C</sub> sehingga kelebihan produksi tersebut dijual dan hasil penjualannya dapat digunakan untuk membeli kebutuhan tambahan limbah jagung.





# Bab 6

## Analisis Goal Programming

### A. Analisis Goal Programming dalam Optimalisasi Produksi

Masalah optimasi dapat dipecahkan dengan berbagai alat analisis seperti linear *programming*, serta regresi dengan analisis seperti fungsi produksi *Cobb-Dougllass* (Howara, 2004). Linear *programming* merupakan suatu metode sistematis dan teliti secara matematis dalam menentukan kombinasi optimum cabang-cabang usaha atau korbanan-korbanan, seperti maksimisasi pendapatan atau minimisasi biaya sesuai dengan pembatas sumber daya yang ada (Agrawal and Heady, 2006). Metode program linier tersebut merupakan suatu alat analisis yang dapat digunakan untuk menghasilkan kombinasi produk-produk guna memperoleh penerimaan tertinggi pada kurva kemungkinan produksi (Asmara, 2002). Analisis linear *programming* hanya terbatas pada analisis tujuan tunggal (*single objective function*) sehingga jika dihadapkan pada persoalan yang memerlukan keputusan dengan tujuan ganda, maka program linear tidak dapat digunakan.

Untuk penggunaan sumber daya dengan program tujuan ganda, maka digunakan *goal programming* (Taha, 2005).

Program tujuan ganda yang dalam bahasa asingnya dikenal sebagai *goal programming* atau *multiple objective programming* merupakan modifikasi atau variasi khusus dari program linear yang sudah kita kenal. *Goal programming* merupakan suatu modifikasi atau variasi khusus dari linear *programming* sehingga seluruh asumsi, notasi, formulasi model matematis, prosedur perumusan model dan penyelesaian tidak berbeda. Perbedaannya hanya terletak pada kehadiran sepasang variabel divisional (baik negatif maupun positif) yang akan muncul di fungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala tujuan atau sasaran.

Analisis dengan menggunakan *goal programming* bertujuan untuk meminimumkan jarak antara atau deviasi terhadap tujuan, target atau sasaran yang telah ditetapkan dengan usaha yang dapat ditempuh untuk mencapai target atau tujuan tersebut secara memuaskan sesuai dengan kendala yang ada, yang membatasinya berupa sumber daya yang tersedia, teknologi yang ada, kendala tujuan, dan sebagainya (Nasendi dan Anwar, 2004). Salah satu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah optimalisasi produksi dengan analisis *goal programming*. Oleh karena itu, *goal programming* meningkatkan fleksibilitas linear *programming* dengan memasukkan berbagai tujuan tersebut di samping tetap dapat menghasilkan suatu solusi optimal dalam kaitannya dengan prioritas tujuan (Muslich, 2003). Model ini mampu menyelesaikan kasus-kasus pemrograman linier yang

memiliki lebih dari satu sasaran yang hendak dicapai (Siswanto, 2007).

Dalam keadaan di mana seorang pengambil keputusan dihadapkan pada suatu persoalan yang mengandung beberapa tujuan di dalamnya, maka program linear tak dapat membantunya untuk memberikan pertimbangan yang rasional karena LP hanya terbatas pada analisis tujuan tunggal. Oleh karena itu, persoalan tersebut memerlukan bantuan program tujuan ganda.

Dunia nyata yang kita hadapi adalah dunia yang penuh dengan berbagai tujuan sebagai target dan sasaran. Dengan demikian, *goal programming* merupakan alat analisis yang tepat untuk itu. *Goal programming* berusaha untuk meminimalkan deviasi berbagai tujuan, sasaran atau target yang telah ditetapkan. Dengan analisis *goal programming*, kita mencoba untuk memuaskan atau memenuhi target (paling tidak, mendekati target) yang telah kita tentukan menurut skala prioritasnya masing-masing.

*Goal programming* diperkenalkan pertama kalinya oleh Charnes dan Cooper pada tahun 1961. Jadi, boleh dikatakan ini adalah suatu teknik analisis dalam kelompok riset operasi yang umurnya masih muda atau baru jika dibandingkan dengan program linear atau teknik-teknik analisis lainnya yang lebih tua. Ijiri (1965) dan Jaaskelainen (1969) kemudian melanjutkan dan melengkapinya sehingga dapat dipakai secara operasional.

Bentuk umum model *goal programming* adalah sebagai berikut (Siswanto, 2007).

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^m DB_i + DA_i \quad (1)$$

Fungsi Kendala:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + DB_1 - DA_1 &= b_1 \\ a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + DB_1 - DA_1 &= b_1 \\ \cdot & \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + DB_m - DA_m &= b_m \end{aligned} \quad (2)$$

Variabel deviasional dalam model *goal programming* berfungsi untuk menampung penyimpangan atau deviasi yang akan terjadi pada nilai ruas kiri suatu persamaan kendala terhadap nilai ruas kanannya. Agar deviasi itu minimum (dalam artian nilai ruas kiri suatu persamaan kendala sebisa mungkin mendekati nilai ruas kanannya), maka variabel deviasional itu harus diminimumkan dalam fungsi tujuan (Siswanto, 2007).

## B. Kendala dalam *Goal Programming*

Kendala-kendala di dalam model *goal programming* selalu berupa persamaan yang dinamakan kendala sasaran. Di samping itu, keberadaan sebuah kendala sasaran selalu ditandai oleh kehadiran variabel deviasional sehingga setiap kendala sasaran pasti memiliki variabel deviasional. Variabel deviasional, sesuai dengan fungsinya yaitu

menampung deviasi hasil terhadap sasaran-sasaran yang dikehendaki, terdiri atas (Siswanto, 2007):

1. Variabel deviasional untuk menampung deviasi yang berada di bawah sasaran yang dikehendaki. Sasaran itu tercermin pada nilai ruas kanan suatu kendala sasaran. Dengan kata lain, variabel deviasional ini berfungsi untuk menampung deviasi negatif. Notasi DB digunakan untuk menampung menandai jenis variabel deviasional ini. DB akan selalu mempunyai koefisien +1 pada setiap kendala sasaran. Secara matematis:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} + DB_i = b_i \quad (3)$$

2. Variabel deviasional untuk menampung deviasi yang berada di atas sasaran. Dengan kata lain, variabel deviasional ini berfungsi untuk menampung deviasi positif. Notasi DA digunakan untuk menandai jenis variabel deviasional ini. DA akan selalu mempunyai koefisien -1 pada setiap kendala sasaran. Secara matematis:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} - DA_i = b_i \quad (4)$$

Pada kondisi di mana sasaran tercapai, maka dapat dibuat bentuk matematis dari kendala sasaran:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} - DA_i + DB_i = b_i \quad (5)$$

Dari persamaan 5 di atas, dapat diketahui bahwa kedua jenis variabel deviasional tersebut mendekati garis kendala sasaran dari dua arah yang berlawanan. Dalam hal ini, ada tiga kemungkinan yang akan terjadi (Siswanto, 2007):

1.  $DA_i = DB_i = 0$ , sehingga

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} = b_i \quad (6)$$

Artinya, sasaran tercapai.

2.  $DB_i > 0$  dan  $DA_i = 0$ , sehingga

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} = b_i - DB_i \quad (7)$$

Artinya, hasil di bawah sasaran, karena:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} < b_i$$

3.  $DB_i = 0$  dan  $DA_i > 0$ , sehingga

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} < b_i + DA_i \quad (8)$$

Artinya, hasil di atas sasaran, karena:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} > b_i$$

# Bab 7

## **Aplikasi *Goal Programming* pada Integrasi Tanaman-Ternak**

Provinsi Gorontalo merupakan salah satu provinsi yang dipilih untuk melaksanakan program sistem integrasi tanaman-ternak yang secara khusus terpusat di tiga kabupaten yaitu Kabupaten Bone Bolango, Kabupaten Gorontalo, dan Kabupaten Boalemo (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2012). Terpilihnya Provinsi Gorontalo sebagai salah satu lokasi pelaksanaan program tersebut karena potensi pertanian dan peternakan yang dimilikinya sehingga menjadi prioritas pengembangan yang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Komoditas utama yang diusahakan oleh masyarakat Gorontalo adalah jagung. Selain produksi utama dari kedua jenis tanaman tersebut, limbahnya juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi. Pola pengembangan ternak sapi di Provinsi Gorontalo berupa model integrasi ternak sapi dengan tanaman jagung dan tebu (Bappeda Provinsi Gorontalo, 2015).

Pada tahun 2014, dilakukan pengkajian pengembangan inovasi sistem integrasi jagung dan ternak sapi dengan model demplot dan temu lapang untuk peningkatan produksi jagung dan daging sapi lebih dari 20%. Kegiatan pengkajian ini dilaksanakan karena berdasarkan fakta di lapangan, belum ada sinergisme antara tanaman jagung dan ternak sapi di Provinsi Gorontalo. Kotoran ternak belum dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman jagung dan limbah tanaman jagung belum dimanfaatkan sebagai pakan dan konsentrat ternak sapi, bahkan hanya dibakar (Zubair, 2014).

Usaha tani-ternak pada sistem integrasi tanaman jagung-sapi dan tebu sapi merupakan salah satu alternatif dalam peningkatan produksi tanaman, daging, sekaligus meningkatkan keuntungan petani-ternak. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan dan pemanfaatan kotoran ternak sapi sebagai pupuk bagi tanaman pertanian, dalam hal ini jagung dan tebu.

Usaha sistem integrasi tanaman-ternak telah banyak ditekuni oleh masyarakat di Provinsi Gorontalo dan merupakan salah satu kegiatan usaha yang tidak terpisahkan di mana masyarakat menjalankan usahanya secara bersamaan. Di samping beternak sapi, juga melakukan usaha tani karena merupakan satu rangkaian usaha yang dijalankannya dalam kehidupan sehari-hari. Petani-peternak di Gorontalo, selain berusaha ternak sapi potong, juga mengusahakan tanaman jagung atau tanaman tebu akan berdampak positif terhadap keuntungan petani-peternak yang diperoleh dalam satu tahun karena terdapat

nilai tambah dari usaha yang dijalankan di mana ternak sapi potong menghasilkan feses yang digunakan untuk pupuk tanaman dan juga limbah tanaman dapat dijadikan pakan ternak sapi potong sehingga terdapat nilai tambah dan dapat menekan biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan usaha yang dijalankan.

### **A. Analisis Keuntungan Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Gorontalo**

Keuntungan petani pada sistem integrasi jagung-sapi potong diperoleh dari keuntungan usaha tani jagung ditambah keuntungan usaha ternak sapi potong. Keuntungan usaha tani diperoleh dari selisih penerimaan dengan total biaya produksi. Penerimaan merupakan seluruh penerimaan yang dihasilkan selama musim atau selama satu periode yaitu dari jumlah produksi yang dijual dikalikan dengan harga jualnya. Soekartawi (1986) mendefinisikan penerimaan sebagai nilai produk total usaha tani dalam jangka waktu tertentu, baik yang dijual maupun yang tidak dijual. Ditambahkan oleh Soeharjo dan Patong (1973) bahwa penerimaan merupakan hasil perkalian dari produksi total dengan harga per satuan. Produksi total adalah hasil utama dan sampingan, sedangkan harga adalah harga pada tingkat usaha tani atau harga jual petani.

Selanjutnya yaitu biaya produksi. Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan petani dalam kegiatan usaha tani yang mereka jalankan selama satu musim atau

periode. Biaya terbagi menjadi dua macam yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya yang tidak bergantung pada besar atau kecilnya hasil produksi. Biaya ini akan tetap dikeluarkan walaupun hasil produksi yang diperoleh banyak atau sedikit.

### 1. Keuntungan Usaha Tani Jagung

Penerimaan petani responden pada usaha tani jagung berupa penerimaan dari jagung dan limbah jagung. Rata-rata produksi jagung dari petani responden adalah 5.174 kg dengan rata-rata harga sebesar Rp3.267/kg dalam satu musim tanam, sedangkan limbah jagung rata-rata produksi petani adalah 1.025 kg dengan harga Rp500/kg. Adapun sarana produksi usaha tani jagung berupa bibit, pupuk dan obat-obatan. Bibit yang digunakan oleh sebagian besar petani adalah bisi 2 dan sebagian kecil yang menanam jagung manis. Pada umumnya, jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk urea dan *phonska*, sedangkan jenis obat-obatan yang digunakan adalah *klaris*, *nokson*, *dangke*, *rambo*, *adengo*, *rompas* dan *supremo*. Semuanya dalam satuan liter kecuali *nokson* dalam satuan kilogram. Keuntungan usaha tani jagung dapat dilihat pada tabel 7.1.

**Tabel 7.1 Keuntungan Usaha Tani Jagung pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Uraian	Nilai (Rp)/(1,2 ha)	Nilai (Rp/ha)
1	Penerimaan	<b>17.222.727</b>	<b>14.352.273</b>
2	Biaya	5.582.894	4.652.412
	a. Biaya tetap	167.576	139.647
	1) Penyusutan peralatan	87.637	73.031
	2) Pajak	79.939	66.616
	b. Biaya variabel	5.415.318	4.512.765
	1) Bibit	1.236.045	1.030.037
	2) Pupuk	850.758	708.965
	3) Pestisida	583.273	486.060
	4) Tenaga kerja	2.619.788	2.183.156
3	Keuntungan (1-2)	<b>11.639.833</b>	<b>9.699.861</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.1 menunjukkan penerimaan usaha tani jagung berasal dari jagung dan limbah jagung sebesar Rp17.222.727 atau Rp14.352.273 per hektar. Biaya usaha tani jagung terdiri atas biaya tetap (penyusutan peralatan dan pajak) sebesar Rp167.576 atau Rp139.647 per hektar, sedangkan biaya variabel terdiri atas bibit, pupuk, pestisida dan tenaga kerja sebesar Rp5.415.318 atau Rp4.512.765 per hektar. Total biaya diperoleh dari penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel sehingga total biaya usaha tani jagung sebesar Rp5.582.894 atau Rp4.652.412 per hektar. Keuntungan diperoleh dari selisih penerimaan dan biaya sebesar Rp11.639.833 atau Rp9.699.861 per hektar. Hal ini berarti bahwa keuntungan usaha tani jagung yang berasal dari jagung dan limbah jagung cukup besar.

## 2. Keuntungan Usaha Ternak Sapi Potong

Pada usaha ternak, penerimaan petani responden berasal dari penjualan sapi dan kompos. Pada umumnya, petani responden memiliki jumlah ternak berkisar antara 2-9 ekor dengan harga setiap ekor sapi tergantung dari umur sapi yang dijual. Umur sapi yang dijual berkisar antara 2,3 tahun sampai dengan 2,6 tahun dengan harga berkisar Rp7.500.000 sampai Rp12.000.000 per ekor. Produksi kompos berkisar 720 kg sampai 3.240 kg dan harga kompos sebesar Rp1.000/kg. Produksi kompos tergantung dari jumlah ternak yang dimiliki. Penerimaan usaha ternak sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.2.

**Tabel 7.2 Penerimaan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Nilai Penjualan Ternak (Rp)	Nilai Penjualan Kompos (Rp)	Total Penerimaan (Rp)	Total Penerimaan (Rp/Ekor)
1.	2-3	20.622.222	952.000	21.574.222	9.207.259
2.	4-5	36.907.143	1.722.857	38.630.000	8.713.571
3.	6-7	58.416.667	2.160.000	60.576.667	9.881.190
4.	8-9	86.500.000	3.240.000	89.740.000	11.217.500

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.2 menunjukkan penerimaan dari usaha sapi potong bersumber dari nilai penjualan ternak dan penjualan kompos. Penerimaan per periode per petani terbesar berada pada skala usaha 8-9 ekor, yaitu Rp89.740.000, sedangkan yang terkecil adalah skala usaha 2-3 ekor, yaitu Rp21.574.222. Total penerimaan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah skala usaha peternak. Semakin besar skala usaha, maka semakin besar penerimaan yang didapatkan oleh peternak.

Total penerimaan per ekor pada tabel 8 menunjukkan bahwa total penerimaan terbesar yaitu pada skala usaha 8-9 ekor (Rp9.207.259 per ekor), sedangkan total penerimaan terendah yaitu pada skala 4-5 ekor (Rp8.713.571). Total penerimaan per ekor pada skala usaha 4-5 ekor lebih rendah dari penerimaan per ekor skala usaha 2-3 ekor. Hal ini disebabkan oleh penerimaan yang didapatkan pada skala usaha 4-5 ekor. Nilai jual per ekornya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan skala usaha lainnya sehingga penerimaan per ekor yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha lainnya.

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan petani dalam kegiatan usaha tani yang mereka jalankan selama satu musim atau periode. Biaya terbagi menjadi dua macam, yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya yang tidak bergantung pada besar atau kecilnya hasil produksi. Biaya ini akan tetap dikeluarkan walaupun hasil produksi yang diperoleh banyak atau sedikit. Biaya tetap yang dikeluarkan pada sistem integrasi tanaman jagung-sapi di antaranya penyusutan peralatan dan pajak untuk usaha tani jagung, serta penyusutan peralatan untuk usaha ternak sapi. Biaya tetap dari usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.3.

Tabel 7.3 Biaya Tetap Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Skala Usaha (Ekor)	Biaya Penyusutan (Rp/Tahun)	Total Biaya Tetap (Rp/Periode)	Total Biaya Tetap (Rp/Ekor)
1.	2-3	203.229	81.490	32.993
2.	4-5	514.139	252.293	56.303
3.	6-7	315.750	157.875	25.517
4.	8-9	371.655	226.751	28.344

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.3 menunjukkan biaya tetap dari usaha sapi potong hanya terdiri atas biaya penyusutan peralatan. Total biaya tetap per periode per petani dari usaha sapi potong tertinggi pada skala usaha 4-5 ekor, yaitu Rp252.293 dan terendah pada skala usaha 2-3 ekor yaitu Rp81.490. Skala 2-3 ekor memiliki total biaya tetap terendah karena ternak sapi yang dimiliki petani paling sedikit jumlahnya, sedangkan skala usaha 4-5 ekor memiliki total biaya tertinggi dibanding skala usaha 8-9 ekor dan 6-7 ekor. Begitu pula dengan biaya tetap per ekor. Biaya tertinggi pada skala 4-5 ekor (Rp56.303) dan terendah pada skala 6-7 ekor (Rp25.517). Hal ini disebabkan oleh kelengkapan peralatan yang digunakan dalam mengelola usaha peternakan sapi potong yang dijalankan pada skala usaha 4-5 ekor lebih lengkap dibandingkan dengan skala usaha lainnya. Semakin lengkap peralatan yang dimiliki, maka semakin besar pula biaya yang dikeluarkan untuk membeli peralatan tersebut.

Biaya variabel adalah biaya yang sifatnya berubah-ubah atau tidak tetap sesuai dengan jumlah produksinya atau biaya yang harus dikeluarkan pada suatu usaha yang besar kecilnya tergantung pada jumlah produksi yang dicapai. Biaya variabel berupa biaya bibit, pupuk, pestisida dan tenaga kerja untuk usaha tani jagung, sedangkan untuk usaha ternak sapi, biaya variabel berupa biaya bakalan sapi, pakan, tenaga kerja, vitamin, dan obat-obatan. Pada umumnya, sapi bakalan milik petani responden

berusia antara 1-2 tahun. Pakan berbentuk bahan segar dan bahan kering. Bahan segar berasal dari rumput gajah, bahan kering berasal dari dedak dan limbah jagung. Upah tenaga kerja per hari di Provinsi Gorontalo berkisar antara Rp50.000-Rp60.000. Jenis vitamin yang digunakan berupa B kompleks, B12 dan B pleks, sedangkan obat yang digunakan adalah obat cacing dengan merek Sanbe. Biaya variabel usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.4.

Tabel 7.4 Biaya Variabel Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Skala Usaha (ekor)	Sapi Bakalan (Rp)	Pakan (Rp)	Tenaga Kerja (Rp)	Vitamin dan Obat (Rp)	Kompos (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp/Ekor)
1.	2-3	13.066.667	2.120.286	2.520.000	29.744	222.000	17.958.697	7.696.111
2.	4-5	23.928.571	3.364.714	2.520.000	56.179	411.429	30.280.893	5.913.316
3.	6-7	43.500.000	2.695.000	2.520.000	105.167	540.000	49.360.167	8.061.087
4.	8-9	70.000.000	2.040.000	3.780.000	335.000	720.000	76.875.000	9.609.375

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.4 menunjukkan biaya variabel pada usaha ternak terdiri atas sapi bakalan, pakan, tenaga kerja, vitamin dan obat-obatan, serta biaya pembuatan kompos. Biaya variabel per periode terbesar pada skala usaha 8-9 ekor, yaitu Rp76.875.000, sedangkan skala usaha 2-3 ekor memiliki biaya variabel paling sedikit yaitu Rp17.958.697. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan jumlah kepemilikan ternak. Semakin banyak ternak yang dimiliki, maka semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan untuk membeli sapi bakalan, pakan, vitamin dan obat-obatan. Namun, skala usaha 4-5 ekor memiliki biaya variabel per ekor terendah dibanding skala usaha lainnya yaitu sebesar Rp5.913.316 per ekor. Hal ini disebabkan karena biaya sapi bakalan per ekor pada skala usaha 4-5 ekor, lebih rendah dibandingkan dengan skala usaha lainnya sehingga biaya variabel per ekor yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha lainnya.

Adapun total biaya petani usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.5.

**Tabel 7.5 Total Biaya Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Total Biaya Tetap (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya Produksi (Rp/Ekor)	Toal Biaya Produksi (Rp/Ekor)
1.	2-3	81.490	17.958.697	18.040.187	7.684.660
2.	4-5	252.293	30.280.893	30.533.186	6.889.330
3.	6-7	157.875	49.360.167	49.518.082	8.086.604
4.	8-9	226.751	76.875.000	77.101.751	9.637.719

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.5 menunjukkan total biaya usaha sapi potong yang diperoleh dari penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel. Biaya usaha sapi potong per periode tertinggi pada skala usaha 8-9 ekor, yaitu Rp77.101.751, sedangkan biaya terendah pada skala usaha 2-3 ekor atau Rp18.040.187. Hal ini disebabkan skala usaha 8-9 ekor memiliki ternak yang paling besar jumlahnya, sedangkan skala usaha 2-3 ekor memiliki ternak yang paling sedikit jumlahnya. Semakin besar skala usaha, maka semakin besar pula total biaya yang diperlukan oleh peternak. Namun, skala usaha 4-5 ekor mempunyai total biaya usaha sapi potong per ekor terendah dibanding skala usaha lainnya. Hal ini disebabkan karena biaya sapi bakalan per ekor pada skala usaha 4-5 ekor, lebih rendah dibandingkan dengan skala usaha lainnya sehingga total biaya per ekor yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha lainnya.

Keuntungan merupakan selisih dari total penerimaan dengan dengan total biaya produksi (biaya yang dikeluarkan) dalam melakukan suatu usaha. Jika penerimaan yang diperoleh lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan untuk produksi, maka hasilnya adalah negatif atau rugi. Akan tetapi, jika penerimaan yang dikeluarkan lebih besar dari biaya maka hasilnya adalah positif atau menguntungkan. Keuntungan usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.6.

**Tabel 7.6 Keuntungan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (ekor)	Total Penerimaan (Rp)	Total Biaya (Rp)	Keuntungan (Rp)	Keuntungan (Rp/Ekor)
1.	2-3	21.574.222	18.040.187	3.534.035	1.478.155
2.	4-5	38.630.000	30.533.186	8.096.814	1.824.241
3.	6-7	60,576,667	49.518.042	11.058.625	1.794.586
4.	8-9	89,740,000	77.101.751	12.638.250	1.579.781

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.6 menunjukkan keuntungan usaha sapi potong diperoleh dari selisih penerimaan dengan biaya. Keuntungan per periode terbesar berada pada skala usaha 8-9 ekor, yaitu Rp12.638.250 dan yang terkecil pada skala usaha 2-3 ekor, yaitu Rp3.534.035. Hal ini disebabkan pada skala usaha 8-9 ekor memiliki jumlah ternak paling banyak dibanding skala usaha lainnya. Sebaliknya, skala usaha 2-3 ekor memiliki jumlah ternak paling sedikit. Perbedaan keuntungan yang diperoleh peternak disebabkan perbedaan skala usaha sapi potong. Semakin besar skala usaha peternak, maka semakin besar pula pendapatan per ekor yang didapatkan. Hal ini didukung oleh pendapat Amin (2012) bahwa perbedaan keuntungan yang diperoleh peternak berbeda-beda disebabkan karena perbedaan jumlah populasi ternak sapi potong yang di miliki petani-peternak.

- 3. Keuntungan Usaha Integrasi Jagung-Sapi Potong**  
 Akumulasi dari usaha tani jagung dan usaha ternak sapi potong dapat memberikan penerimaan, biaya dan

keuntungan bagi petani integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo yang dapat dilihat pada tabel 7.7.

**Tabel 7.7 Rata-Rata Penerimaan Petani pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Komoditi	Total Penerimaan (Rp)	Total Penerimaan /ha/ekor (Rp)
1	Jagung (Rp/musim)	17.222.727	14.352.273
2	Sapi (Rp/periode)	52.630.022	9.754.880
	<b>Total</b>	<b>69.852.949</b>	<b>24.107.153</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Berdasarkan tabel 7.7, dapat dilihat jumlah penerimaan dari usaha tani jagung dan usaha ternak sapi potong. Sumber penerimaan usahatani jagung berasal dari produksi jagung dan produksi limbah jagung, di mana jumlah penerimaan usaha tani jagung diperoleh dari hasil perkalian harga jagung dengan jumlah produksi setiap musim tanam (6 bulan). Jumlah penerimaan limbah jagung diperoleh dari hasil perkalian harga limbah jagung dengan jumlah produksi limbah jagung setiap musim tanam dengan rata-rata luas lahan sebesar 1,2 ha. Rata-rata penerimaan pada usaha tani jagung yaitu sebesar Rp17.222.727/musim. Penerimaan dari ternak sapi berasal dari hasil penjualan sapi dan limbah sapi (kompos), yang terjual selama satu (1) periode (6 bulan), yaitu rata-rata Rp52.630.222 sehingga total penerimaan petani pada sistem integrasi jagung-sapi sebesar Rp69.852.949.

Sementara itu, total biaya integrasi jagung-sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.8.

**Tabel 7.8. Rata-rata Biaya Variabel dan Biaya Tetap pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Komoditi	Total Biaya (Rp)		Total Biaya Produksi (Rp)	Tot. Biaya Produksi /ha/ek (Rp)
		Biaya Tetap	Biaya Variabel		
1.	Jagung (Rp/musim)	167,576	5,415,318	5,582,894	4.652.412
2.	Sapi (Rp/periode)	179,602	43,618,689	43,798,291	8.085.689
<b>Total Biaya Produksi (Rp)</b>		<b>347,178</b>	<b>49,034,007</b>	<b>49,381,186</b>	<b>12.738.101</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.8, terlihat bahwa biaya variabel usaha tani jagung sebesar Rp5.415.318,18/musim dan biaya tetap sebesar Rp167.576/musim sehingga total biaya usaha tani jagung sebesar Rp5.582.894/musim. Sementara itu, pada usaha ternak sapi potong biaya variabel sebesar Rp43.618.689/periode dan biaya tetap Rp179.602/periode sehingga total biaya usaha ternak sapi potong sebesar Rp43.798.291/periode. Total biaya produksi pada sistem integrasi tanaman jagung-ternak sapi sebesar Rp49.381.186.

Keuntungan petani integrasi jagung-sapi di Provinsi Gorontalo diperoleh dari hasil penerimaan usaha sistem integrasi tanaman jagung-ternak sapi dikurangi dengan total biaya yang dikeluarkan selama satu musim. Adapun keuntungannya dapat dilihat pada tabel 7.9.

**Tabel 7.9 Rata-Rata Keuntungan Petani Integrasi Jagung-Sapi Potong per Musim/Periode di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2018.**

No.	Komoditi	Total Keuntungan (Rp)	Total Keuntungan/ha/ekor (Rp)
1	Jagung (Rp/musim)	11.639.833	9.699.861
2	Sapi potong (Rp/periode)	8.831.931	1.669.191
<b>Total</b>		<b>20.471.764</b>	<b>11.369.052</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.9 menunjukkan keuntungan usaha tani jagung sebesar Rp11.693.833/musim atau Rp9.699.861 /musim/ hektar, sedangkan keuntungan usaha ternak sapi sebesar Rp8.831.931/periode atau Rp1.669.191/periode/ekor sehingga rata-rata keuntungan petani integrasi jagung-sapi sebesar Rp20.471.764.

## **B. Analisis Keuntungan Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Gorontalo**

### **1. Keuntungan Usaha Tani-Tebu**

Penerimaan petani responden pada usaha tani tebu berupa penerimaan dari tebu dan limbah tebu. Rata-rata produksi tebu dari petani responden adalah 5.820 kg, sedangkan limbah tebu rata-rata produksi petani adalah 845 kg. Adapun sarana produksi usaha tani jagung berupa bibit, pupuk dan obat-obatan. Pada umumnya, bibit sulam yang digunakan oleh petani responden sebesar 124 kg. Jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk urea dan *phonska*, sedangkan jenis obat-obatan yang digunakan adalah *amandi*, *centratrin*, *nokson*, dan *pestisida* 89. Seluruh pupuk satuannya adalah kilogram, kecuali amandi dalam satuan mililiter. Keuntungan usaha tani tebu itu sendiri dapat dilihat pada tabel 7.10.

**Tabel 7.10 Keuntungan Usaha Tani-Tebu pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Uraian	Nilai (Rp)/(0,54 ha)	Nilai (Rp/ha)
1	Penerimaan	<b>15.798.266</b>	<b>29.256.049</b>
2	Biaya	<b>9.559.865</b>	<b>17.703.453</b>
	a. Biaya tetap	227.394	421.100
	1) Penyusutan peralatan	172.767	319.939
	2) Pajak	54.627	101.161
	b. Biaya variabel	<b>9.332.471</b>	<b>17.282.353</b>
	1) Bibit	1.238.235	2.293.028
	2) Pupuk	181.961	336.965
	3) Pestisida	497.255	920.843
	4) Tenaga kerja	7.415.020	13.731.519
3	Keuntungan (1-2)	<b>6.238.402</b>	<b>11.552.596</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.10 menunjukkan penerimaan usaha tani tebu berasal dari tebu dan limbah tebu sebesar Rp15.798.266 atau Rp29.256.049 per hektar. Biaya usaha tani tebu terdiri atas biaya tetap (penyusutan peralatan dan pajak) sebesar Rp227.394 atau Rp421.100 per hektar, sedangkan biaya variabel terdiri atas bibit, pupuk, pestisida, dan tenaga kerja sebesar Rp9.332.471 atau Rp17.282.353 per hektar. Total biaya diperoleh dari penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel sehingga total biaya usaha tani jagung sebesar Rp9.559.865 atau Rp17.703.453 per hektar. Keuntungan yang diperoleh dari selisih penerimaan dan biaya sebesar Rp6.238.402 atau Rp11.552.596 per hektar. Hal ini berarti bahwa keuntungan usahatani tebu yang berasal dari tebu dan limbah tebu cukup besar.

## 2. Keuntungan Usaha Ternak Sapi Potong

Pada usaha ternak, penerimaan petani responden berasal dari penjualan sapi dan kompos. Pada umumnya, petani responden memiliki jumlah ternak berkisar antara 2-5 ekor dengan harga setiap ekor sapi tergantung dari umur sapi yang dijual. Umur sapi yang dijual berkisar antara 1-2 tahun dengan harga berkisar Rp8.000.000 - Rp16.000.000 per ekor. Produksi kompos berkisar 720 kg -1.080 kg dan harga kompos sebesar Rp1.000/kg. Produksi kompos tergantung dari jumlah ternak yang dimiliki. Penerimaan usaha ternak sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.11.

**Tabel 7.11 Penerimaan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (ekor)	Nilai Penjualan Ternak (Rp)	Nilai Penjualan Kompos (Rp)	Total Penerimaan (Rp)	Total Penerimaan (Rp/ekor)
1.	2-3	20.520.833	975.000	21.495.833	9.632.014
2.	4-5	34.500.000	1.080.000	35.580.000	8.895.000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.11 menunjukkan penerimaan dari usaha sapi potong bersumber dari nilai penjualan ternak dan penjualan kompos. Penerimaan per periode terbesar berada pada skala usaha 4-5 ekor, yaitu Rp35.580.000 atau Rp8.895.000 per ekor, sedangkan yang terkecil adalah skala usaha 2-3 ekor yaitu Rp21.495.833 atau Rp9.632.014 per ekor. Total penerimaan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah skala usaha peternak. Semakin besar skala usaha, maka semakin besar penerimaan yang didapatkan oleh peternak.

Walaupun skala usaha 4-5 ekor memiliki jumlah penerimaan per periode per petani lebih besar dari skala usaha 2-3 ekor, penerimaan per ekornya yang dimiliki lebih rendah dari skala usaha 2-3 ekor. Hal ini disebabkan oleh penerimaan yang didapatkan pada skala usaha 4-5 ekor, nilai jual per ekornya lebih rendah sehingga penerimaan per ekor yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha 2-3 ekor.

Biaya usaha tani tebu adalah biaya yang dikeluarkan petani dalam kegiatan usaha tani tebu yang mereka jalankan selama satu musim tanam. Biaya terbagi menjadi dua macam, yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap yang dikeluarkan pada sistem integrasi tanaman tebu-sapi, di antaranya penyusutan peralatan untuk usaha tani tebu, sedangkan pada usaha ternak sapi berupa penyusutan alat dan pajak. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.12.

**Tabel 7.12 Biaya Tetap Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Biaya Penyusutan Peralatan (Rp)	Total Biaya Tetap (Rp/Petani)	Total Biaya Tetap (Rp/Ekor)
1.	2-3	351.435	159.302	74.179
2.	4-5	754.784	188.696	47.174

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.12 menunjukkan biaya tetap dari usaha sapi potong hanya terdiri atas biaya penyusutan peralatan. Total biaya tetap per periode per petani dari usaha sapi potong pada skala usaha 4-5 ekor lebih besar dari skala usaha 2-3 ekor, yaitu sebesar Rp188.696 atau Rp47.174 per ekor. Skala 2-3 ekor memiliki total

biaya tetap lebih rendah yaitu Rp159.302 atau Rp74.179 per ekor karena ternak sapi yang dimiliki petani lebih sedikit jumlahnya. Namun, total biaya tetap per ekor skala usaha 2-3 ekor lebih besar dari skala 4-5 ekor. Hal ini disebabkan karena kelengkapan peralatan yang digunakan dalam mengelola usaha peternakan sapi potong yang dijalankan pada skala usaha 4-5 ekor lebih lengkap dibandingkan dengan skala usaha lainnya. Semakin lengkap peralatan yang dimiliki, maka semakin besar pula biaya yang dikeluarkan untuk membeli peralatan tersebut.

Biaya variabel pada usaha tani tebu berupa biaya bibit, pupuk, pestisida, dan tenaga kerja. Untuk usaha ternak sapi, biaya variabel berupa biaya bakalan sapi, pakan, tenaga kerja, vitamin, dan obat-obatan. Pada umumnya, sapi bakalan milik petani responden berusia antara 1-2 tahun. Pakan berbentuk bahan segar dan bahan kering. Bahan segar berasal dari rumput gajah dan bahan kering berasal dari dedak dan limbah tebu. Upah tenaga kerja per hari di Provinsi Gorontalo berkisar antara Rp50.000-Rp60.000. Jenis vitamin yang digunakan berupa B kompleks dan B pleks, sedangkan obat yang digunakan adalah obat cacing dan obat racikan (herbal). Biaya variabel usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.13.

**Tabel 7.13 Biaya Variabel Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Sapi Bakalan (Rp)	Pakan (Rp)	Tenaga Kerja (Rp)	Vitamin dan Obat (Rp)	Biaya Kompos (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp/Ekor)
1.	2-3	12.010.417	2.165.284	2.568.750	66.146	200.625	17.011.221	7.618.403
2.	4-5	19.666.667	4.428.000	3.480.000	152.000	360.000	28.086.667	7.021.667

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.13 menunjukkan biaya variabel pada usaha ternak terdiri atas sapi bakalan, pakan, tenaga kerja, vitamin, dan obat-obatan serta biaya pembuatan kompos. Biaya variabel pada skala usaha 4-5 ekor yaitu Rp28.086.667 atau Rp7.021.667 per ekor lebih besar dari skala usaha 2-3 ekor yang memiliki biaya variabel sebesar Rp17.011.221 atau Rp7.618.403 per ekor. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan jumlah kepemilikan ternak. Semakin banyak ternak yang dimiliki, maka semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan untuk membeli sapi bakalan, pakan, vitamin, dan obat-obatan. Namun, skala usaha 4-5 ekor memiliki biaya variabel per ekor lebih rendah dibanding skala usaha 2-3 ekor. Hal ini disebabkan karena biaya sapi bakalan per ekor pada skala usaha 4-5 ekor lebih rendah dibandingkan dengan skala usaha 2-3 ekor sehingga biaya variabel per ekor yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha lainnya.

Adapun total biaya petani pada usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.14.

**Tabel 7.14 Total Biaya Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Total Biaya Tetap (Rp)	Total Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya Produksi (Rp/Ekor)	Total Biaya Produksi (Rp/Ekor)
1.	2-3	159.302	17.011.221	17.170.523	7.692.582
2.	4-5	188.696	28.086.667	28.275.363	7.068.841

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.14 menunjukkan total biaya usaha sapi potong yang diperoleh dari penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel. Biaya usaha sapi potong pada skala usaha 4-5 ekor, yaitu Rp28.275.363 atau Rp7.068.841 per ekor lebih tinggi dari skala usaha 2-3 ekor, yaitu Rp17.170.523 atau Rp7.692.582 per ekor. Hal ini disebabkan skala usaha 4-5 ekor memiliki ternak yang lebih besar jumlahnya dibanding skala usaha 2-3 ekor. Skala usaha 2-3 ekor walaupun memiliki total biaya lebih rendah, mempunyai total biaya sapi potong per ekor lebih tinggi dibanding skala usaha 4-5 ekor. Hal ini disebabkan karena pada biaya variabel, biaya sapi bakalan per ekor pada skala usaha 4-5 ekor, lebih rendah dibandingkan dengan skala usaha 2-3 ekor sehingga biaya variabel per ekor yang didapatkan pada skala 4-5 ekor lebih sedikit dibandingkan dengan skala usaha 2-3 ekor.

Keuntungan merupakan selisih dari total penerimaan dengan dengan total biaya produksi (biaya yang dikeluarkan) dalam melakukan suatu usaha. Jika penerimaan yang diperoleh lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan untuk produksi, maka hasilnya adalah negatif atau rugi. Akan tetapi, jika penerimaan yang

dikeluarkan lebih besar dari biaya maka hasilnya adalah positif atau menguntungkan. Keuntungan usaha sapi potong dapat dilihat pada tabel 7.15.

**Tabel 7.15 Keuntungan Usaha Sapi Potong pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Skala Usaha (Ekor)	Total Penerimaan (Rp)	Total Biaya (Rp)	Keuntungan (Rp)	Keuntungan (Rp/Ekor)
1.	2-3	21.495.833	17.170.523	4.325.310	1.939.432
2.	4-5	35.580.000	28.275.363	7.304.637	1.826.159

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.15 menunjukkan keuntungan usaha sapi potong diperoleh dari selisih penerimaan dengan biaya. Keuntungan skala usaha 4-5 ekor yaitu Rp7.304.637 atau Rp1.826.159 per ekor lebih tinggi dari skala usaha 2-3 ekor, yaitu Rp4.325.310 atau Rp1.939.432 per ekor. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan jumlah kepemilikan ternak. Semakin banyak ternak yang dimiliki, maka semakin banyak pula keuntungan yang diperoleh. Namun, jika dilihat dari keuntungan per ekor dari usaha sapi potong, maka skala usaha 2-3 ekor memiliki keuntungan lebih besar dibanding skala usaha 4-5 ekor. Hal ini disebabkan karena harga per ekor pada saat penjualan lebih tinggi pada skala 2-3 ekor dibandingkan dengan skala 4-5 ekor.

### **3. Keuntungan Integrasi Usaha Tebu-Sapi Potong**

Akumulasi dari usaha tani tebu dan usaha ternak sapi potong dapat memberikan penerimaan, biaya dan keuntungan bagi petani integrasi tebu-sapi potong yang dapat dilihat pada tabel 7.16.

**Tabel 7.16 Rata-rata Penerimaan Petani pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Komoditi	Total Penerimaan (Rp)	Total Penerimaan/ha/ekor (Rp)
1	Tebu (Rp/musim)	15.798.266	29.256.049
2	Sapi (Rp/periode)	28.537.917	9.263.507
<b>Total</b>		<b>44.336.183</b>	<b>38.519.566</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Berdasarkan tabel 16, dapat dilihat jumlah penerimaan dari usaha tani tebu dan usaha ternak sapi potong. Sumber penerimaan usaha tani tebu berasal dari produksi tebu dan produksi limbah tebu di mana jumlah penerimaan usaha tani tebu diperoleh dari hasil perkalian harga tebu dengan jumlah produksi setiap musim tanam (satu tahun) dan jumlah penerimaan limbah tebu diperoleh dari hasil perkalian harga limbah tebu dengan jumlah produksi limbah tebu setiap musim tanam dengan rata-rata luas lahan sebesar 0,54 ha. Rata-rata penerimaan pada usaha tani tebu, yaitu sebesar Rp15.798.266/musim. Penerimaan dari ternak sapi berasal dari hasil penjualan sapi dan limbah sapi (kompos) yang terjual selama satu (1) periode (6 bulan) rata-rata Rp28.537.917 sehingga total penerimaan petani pada sistem integrasi tebu-sapi sebesar Rp44.336.183. Adapun total biaya petani integrasi tebu-sapi di Provinsi Gorontalo dapat dilihat pada tabel 7.17.

Tabel 7.17 Rata-Rata Biaya Variabel dan Biaya Tetap pada Pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Komoditi	Total Biaya (Rp)		Total Biaya Produksi (Rp)
		Biaya Tetap	Biaya Variabel	
1	Tebu (Rp/musim)	227.394	9.332.471	9.559.865
2	Sapi potong (Rp/periode)	173.999	22.548.944	22.722.943
<b>Total Biaya Produksi (1+2)(Rp)</b>		<b>401.393</b>	<b>31.881.415</b>	<b>32.282.808</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.17, terlihat bahwa biaya variabel usaha tani tebu sebesar Rp9.332.471/musim dan biaya tetap sebesar Rp227.394/musim sehingga total biaya usaha tani tebu sebesar Rp9.559.865/musim, sedangkan pada usaha ternak sapi potong biaya variabel sebesar Rp22.548.944/periode dan biaya tetap Rp173.999/periode sehingga total biaya usaha ternak sapi potong sebesar Rp22.722.943/periode. Total biaya sistem integrasi tanaman tebu-ternak sapi sebesar Rp32.282.808 yang terdiri atas biaya variabel sebesar Rp31.881.415 dan biaya tetap sebesar Rp401.393.

Keuntungan petani integrasi tebu-sapi di Provinsi Gorontalo diperoleh dari hasil penerimaan usaha sistem integrasi tanaman tebu-ternak sapi dikurangi dengan total biaya yang dikeluarkan selama satu musim atau satu periode. Adapun keuntungannya dapat dilihat pada tabel 7.18.

Tabel 7.18 Rata-Rata Keuntungan Petani Integrasi Tebu-Sapi Potong di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Komoditi	Total Keuntungan (Rp)	Total Keuntungan / ha/ekor (Rp)
1	Tebu (Rp/musim)	6.238.402	11.552.596
2	Sapi (Rp/periode)	5.814.974	1.882.796
<b>Total</b>		<b>12.053.376</b>	<b>13.435.392</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.18 menunjukkan keuntungan usaha tani tebu sebesar Rp6.238.402/musim atau Rp11.552.596/musim/ hektar, sedangkan keuntungan usaha ternak sapi sebesar Rp5.814.974/periode atau Rp1.882.796/periode/ekor, sehingga rata-rata keuntungan petani integrasi tebu-sapi sebesar Rp12.053.376 atau Rp13.435.392/ha/ekor.

## **C. Optimalisasi Produksi dalam Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Gorontalo**

### **1. Sasaran dan Koefisien Sasaran**

Sasaran yang hendak dicapai pada sistem integrasi usaha jagung-sapi di Provinsi Gorontalo adalah sasaran keuntungan, sasaran biaya produksi dan sasaran risiko produksi. Ketiga sasaran tersebut dibagi ke dalam 4 skenario, yaitu:

- a. Skenario 1: pencapaian sasaran keuntungan sebagai prioritas.
- b. Skenario 2: pencapaian sasaran biaya produksi sebagai prioritas.
- c. Skenario 3: pencapaian sasaran risiko produksi sebagai prioritas.
- d. Skenario 4: pencapaian sasaran keuntungan, biaya, dan risiko produksi tanpa prioritas.

Sasaran yang ditargetkan oleh sistem integrasi usaha jagung sapi di Provinsi Gorontalo dapat dilihat pada tabel 7.19.

Tabel 7.19 Sasaran pada Sistem Integrasi Usaha Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sasaran	Nilai Sasaran	Prioritas			
			Sk1	Sk2	Sk3	Sk4
1	Keuntungan		I	II	II	I
	- Periode I	27.000.000				
	- Periode II	25.000.000				
	- Periode III	30.000.000				
2	Biaya Produksi		II	I	III	I
	- Periode I	40.000.000				
	- Periode II	35.000.000				
	- Periode III	45.000.000				
3	Risiko Produksi		III	III	I	I
	- Periode I	0,4				
	- Periode II	0,5				
	- Periode III	0,3				

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada skenario 1, tujuannya adalah sasaran keuntungan, pada skenario 2 tujuannya adalah sasaran biaya produksi, skenario 3 dengan tujuan sasaran risiko produksi, serta pada skenario 4, tujuannya adalah sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi. Terlihat pada tabel di atas, sasaran keuntungan diharapkan semakin meningkat untuk periode selanjutnya, sedangkan sasaran biaya dan risiko produksi semakin menurun untuk periode selanjutnya. Penentuan besarnya nilai sasaran, baik sasaran keuntungan, biaya maupun risiko produksi, merujuk pada standar ideal keuntungan, biaya dan risiko produksi yang didasarkan pada penelitian terdahulu.

Variabel deviasional yang menampung penyimpangannya adalah sebagai berikut.

- a. Sasaran keuntungan ditambahkan variabel deviasional bawah (DB) untuk menampung

penyimpangan di bawah sasaran, sedangkan untuk menampung penyimpangan di atas sasaran tidak ditambahkan karena kelebihan keuntungan tidak perlu dibatasi.

- b. Untuk mencapai sasaran biaya produksi, diharapkan tidak jauh menyimpang di atas sasaran. Dengan demikian, perlu diberikan variabel deviasional yang menampung penyimpangan di atas sasaran (DA).
- c. Sasaran risiko produksi ditambahkan variabel deviasional atas (DA) untuk menampung penyimpangan di atas sasaran.

## 2. Kendala dan Koefisien *Input-Output* Kendala

Kendala yang dihadapi oleh sistem integrasi usaha jagung-sapi terdiri atas kendala sasaran dan kendala fungsional. Pada kendala sasaran, ditambahkan variabel deviasional untuk menampung penyimpangan yang terjadi. Kendala fungsional merupakan kendala yang bersifat teknis yang berdasarkan pada kelaziman proses produksi yang telah ada pada sistem integrasi jagung-sapi.

### a. Kendala Sasaran

Koefisien kendala sasaran keuntungan adalah keuntungan usaha tani jagung, usaha sapi potong, limbah jagung dan kompos selama satu musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target keuntungan yang ingin dicapai pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

Koefisien kendala sasaran biaya adalah biaya usaha tani jagung, usaha sapi potong, limbah jagung dan kompos selama satu musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target biaya yang ingin diminimalkan pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

Koefisien kendala sasaran risiko produksi adalah nilai koefisien varians dari produksi jagung, sapi potong, limbah jagung dan kompos selama satu musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target risiko produksi yang ingin diminimalkan pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

## **b. Kendala Fungsional**

### 1) Kendala Sarana Produksi

Koefisien pada persamaan kendala sarana produksi adalah penggunaan bibit (kg), pupuk (kg) dan obat-obatan (liter) untuk usaha tani jagung dan penggunaan sapi bakalan (ekor), pakan (kg), dan vitamin dan obat-obatan (liter) untuk usaha sapi potong, sedangkan untuk limbah jagung dan kompos tidak memiliki sarana produksi.

### 2) Kendala Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang digunakan dalam sistem integrasi jagung-sapi adalah tenaga kerja keluarga dan tenaga kerja luar keluarga, mulai

dari tahap penanaman, pemeliharaan, sampai dengan panen. Koefisien fungsi kendala tenaga kerja merupakan penjumlahan hari kerja setara pria (HKSP) yang diperlukan untuk memproduksi jagung, sapi, limbah jagung, dan kompos selama satu periode.

3) Kendala luas lahan.

Luas lahan yang ditanami jagung dan hijauan makanan ternak (HMT) yang digunakan dalam usaha sapi potong pada sistem integrasi jagung-sapi dalam satuan ha (hektar) selama 1 periode.

Dari kegiatan dan kendala yang dihadapi oleh sistem integrasi jagung-sapi, dapat dirumuskan suatu model fungsi tujuan, fungsi kendala sasaran dan kendala fungsional secara matematis untuk kemudian diolah dengan menggunakan program LINGO.

**c. Hubungan Komoditas Jagung, Sapi, Limbah Jagung, dan Kompos**

Pada sistem integrasi jagung-sapi, produk utama adalah jagung dan sapi potong, sedangkan limbah jagung dan kompos merupakan produk sampingan. Limbah jagung merupakan hasil sampingan dari usaha tani jagung yang dimanfaatkan oleh petani sebagai pakan tambahan untuk ternak sapi. Kompos merupakan hasil sampingan dari usaha ternak sapi yang dimanfaatkan petani integrasi sebagai pupuk untuk usaha tani jagung. Hubungan antara komoditas itu sebagai berikut:

Jika produksi jagung meningkat, maka limbah jagung secara otomatis akan meningkat. Begitu juga dengan produksi sapi yang meningkat, maka akan diikuti peningkatan jumlah kompos. Jika limbah jagung meningkat, maka diharapkan peningkatan dari bobot badan sapi. Jika produksi kompos meningkat, maka diharapkan adanya peningkatan dari produksi jagung.

### 3. Hasil Optimal

Perencanaan produksi pada sistem integrasi sagung-sapi dibatasi oleh berbagai kendala, baik kendala sasaran maupun kendala fungsional. Dari hasil pengolahan dengan model *goal programming*, maka perencanaan produksi optimal dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Akan dibandingkan hasil optimalisasi skenario 1, skenario 2, skenario 3 dan skenario 4 dengan kondisi aktual untuk mengetahui seberapa besar kinerja usaha integrasi jagung-sapi dalam memproduksi.

#### a. Skenario 1, Sasaran Keuntungan

##### 1) Tingkat Kegiatan Optimal

Pada kondisi aktual, sistem usaha integrasi jagung-sapi memproduksi jagung, sapi potong, limbah jagung, dan kompos. Solusi optimal dapat dilihat pada tabel 7.20.

Tabel 7.20 Solusi Optimal Skenario 1 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 1	%
I	Jagung (kg)	4,891	4,898	0.14
	Sapi potong (ekor)	3	7	133.33
	Limbah jagung (kg)	1,020	1,021	0.10
	Kompos (kg)	1,160	2,029	74.91
II	Jagung (kg)	4,722	4,198	-11.10
	Sapi potong (ekor)	3	6	100.00
	Limbah jagung (kg)	1,017	875	-13.96
	Kompos (kg)	1,150	1,739	51.22
III	Jagung (kg)	5,174	5,589	8.02
	Sapi potong (ekor)	3	8	166.67
	Limbah jagung (kg)	1,025	1,167	13.85
	Kompos (kg)	2,019	2,319	14.86

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.20 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi jagung sebesar 4.898 kg, sapi potong sebesar 7 ekor, limbah jagung sebesar 1.021 kg, serta kompos sebesar 2.029 kg.

Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 4.198 kg, sapi potong sebesar 6 ekor, limbah jagung sebesar 875 kg, serta kompos sebesar 1.739 kg.

Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 5.598 kg, sapi potong sebesar 8 ekor, limbah jagung sebesar 1.167 kg, serta kompos sebesar 2.319 kg.

Tabel 20 pada periode I dan periode III menunjukkan secara keseluruhan tingkat produksi masih berada di bawah kondisi optimalnya, baik jagung, sapi, limbah jagung

maupun kompos. Oleh karena itu, perlu ditingkatkan produksinya dengan cara meningkatkan jumlah input, seperti bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, dan lain lain.

Pada periode III, dapat dilihat tingkat produksi sapi dan kompos masih di bawah kondisi optimalnya, sementara tingkat produksi jagung, limbah jagung sudah berada di atas kondisi optimal. Oleh karena itu, perlu ditingkatkan penggunaan input, terutama menambah pembelian sapi bakalan, menambah jumlah pakan ternak dan dosis vitamin, serta obat-obatan sehingga produksi sapi potong dan kompos bisa meningkat. Selain itu, penggunaan jumlah input pada usaha tani jagung sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input, seperti bibit, pupuk dan obat-obatan.

Tingkat keuntungan yang diterima oleh petani setiap periodenya berubah-ubah, dan masih berada di bawah kondisi optimal. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.21.

Tabel 7.21 Tingkat Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi pada Skenario 1 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.

Periode	Aktual (Rp)	Skenario I (Rp)
I	18.001.913	27.000.000
II	16.087.226	25.000.000
III	20.471.764	30.000.000
<b>Total</b>	<b>55.573.703</b>	<b>77.000.000</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tingkat keuntungan yang diterima oleh petani pada kondisi aktual setiap periode adalah Rp18.001.913, Rp16.087.226, dan Rp20.471.764, sedangkan tingkat keuntungan yang diperoleh pada kondisi optimal adalah Rp27.000.000, Rp25.000.000 dan Rp 30.000.000. Hal ini berarti keuntungan petani integrasi jagung-sapi di Provinsi Gorontalo masih di bawah kondisi optimal. Keuntungan petani integrasi jagung-sapi dipengaruhi oleh produksi usaha tani jagung dan usaha sapi potong, terutama sapi potong dan kompos.

Pada periode I dan III, terlihat bahwa produksi jagung, limbah jagung, sapi potong, dan kompos masih berada di bawah kondisi optimal yang diharapkan yang seharusnya perlu ditingkatkan. Hal ini memengaruhi langsung keuntungan dari integrasi jagung-sapi potong sehingga keuntungan masih berada di bawah kondisi optimal. Pada periode II, keuntungan integrasi jagung-sapi potong yang diperoleh belum sesuai dengan apa yang diharapkan oleh petani atau masih di bawah kondisi optimal walaupun produksi jagung dan limbah jagung sudah berada pada kondisi optimal. Oleh karena itu, cara yang seharusnya dilakukan adalah meningkatkan produksi sapi potong dan kompos.

Jika dibandingkan tingkat keuntungan pada kondisi aktual dengan kondisi optimal, maka terlihat bahwa keuntungan yang dicapai mengalami peningkatan pada setiap periodenya. Sasaran Keuntungan pada periode I, II dan III tercapai atau tidak, ditunjukkan dengan nilai variabel deviasional bawah (DB). Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.22.

**Tabel 7.22 Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Bawah (DB)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.22 menunjukkan pada periode I, periode II dan periode III, nilai variabel deviasional bawah (DB) sasaran keuntungan sama dengan nol. Hal ini berarti sasaran keuntungan pada ketiga periode tercapai.

## 2) **Tingkat Penggunaan Sumber Daya**

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi pada tabel 7.23.

Tabel 7.23 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit (kg)	3	0,000000
2	Pupuk (kg)	15	0,000000
3	Obat-obatan (litr)	2	0,000000
4	Sapi bakalan (ekor)	1	0,000000
5	Pakan (kg)	10	0,000000
6	Vitamin dan obat-obatan (litr)	2,3	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada periode berikutnya. Hal ini bertujuan untuk menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi jagung-sapi.

Tabel 7.23 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 1 bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa), sedangkan nilai *slack* yang sama dengan nol menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa).

Pada tabel 7.23, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan maupun vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Artinya, tidak sulit memperolehnya karena sumber dayanya yang berlebih (tidak langka). Hal ini berarti untuk mencapai target keuntungan dan produksi pada kondisi optimal, maka perlunya penggunaan sumber daya, seperti bibit, pupuk, obat-obatan, pakan, sapi bakalan, dan vitamin harus dihabiskan, tidak boleh disisakan terutama pada periode I dan III.

*Slack* dan dual dari tenaga kerja dan luas lahan terlihat pada tabel 7.24.

**Tabel 7.24 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga kerja	0,72	0,000
	Lahan	0,37	0,000
II	Tenaga kerja	0,72	0,000
	Lahan	0,37	0,000
III	Tenaga kerja	0,72	0,000
	Lahan	0,37	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.24, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-

sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Oleh karena itu, perlunya pemanfaatan lahan dan tenaga kerja secara optimal untuk mencapai target keuntungan dan produksi seperti yang diharapkan terutama pada periode I dan III.

### 3) Analisis Sensitivitas

Kondisi optimal yang telah dicapai dapat mengalami perubahan apabila terjadi perubahan terhadap nilai-nilai parameter yang terdapat dalam model yang digunakan. Untuk mengetahui perubahan tersebut terhadap kondisi optimal, maka dilakukan analisis sensitivitas yang menghasilkan selang kepekaan.

Selang kepekaan terdiri atas batas minimum dan batas maksimum. Batas minimum menunjukkan batas kenaikan ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable increase*) agar penyelesaian optimal tidak berubah, sedangkan batas maksimal menunjukkan batas penurunan nilai ruas kanan kendala yang

diperbolehkan (*allowable decrease*) tanpa mengubah hasil penyelesaian optimal.

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 1 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih. Pengurangan jumlah sumber daya berlebih sampai batas yang diperbolehkan tidak akan mengubah keuntungan hasil perencanaan yang akan dicapai. Hal ini terjadi karena jumlah dan kombinasi produksi optimal tidak akan berubah. Sebaliknya, penambahan jumlah sumber daya akan merugikan karena menimbulkan biaya penyimpanan. Lebih jelas dilihat pada tabel 7.25.

**Tabel 7.25 Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 1 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
1.	Bibit (kg)	52	Infinity	2,11 49,89
2.	Pupuk (kg)	1215	Infinity	71,5 1143,50
3.	Obat-obatan (liter)	20	2,85 22,85	1,89 18,11
4.	Sapi bakalan (ekor)	10	Infinity	1 9
5.	Pakan (kg)	10820	Infinity	57,4 10762,6
6.	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	9	Infinity	3,19 5,81
7.	Tenaga kerja (P. I)	176,72	1,85 78,57	5,84 170,88
8.	Tenaga kerja (P.III)	176,72	Infinity	3,28 173,44
9.	Tenaga kerja (P. III)	176,72	Infinity	3,28 173,44
10.	Lahan (Periode I)	2,00	Infinity	0,325 1,68
11.	Lahan (Periode II)	2,00	0,342 2,34	0,326 1,67
12.	Lahan (Periode III)	2,00	Infinity	0,198 1,80

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.25 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya seperti bibit diperbolehkan

sampai batas 49,89 kg, pupuk dikurangi sampai batas 1.143,5 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 18,11 liter dan dinaikkan sampai 22,85 kg, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 9 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 10762,6 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 5,81 liter.

Sementara itu, tenaga kerja pada periode I dikurangi sampai batas 170,88 HKSP dan dinaikkan sampai batas 178,57 HKSP, tenaga kerja periode II dan periode III dapat diturunkan sampai batas 173,44 HKSP.

Lahan periode I diperbolehkan turun sampai batas 1,68 ha, lahan periode II dikurangi sampai batas 1,67 ha dan dinaikkan sampai batas 2,34 ha, dan lahan periode III dikurangi sampai batas 1,8 ha.

## **b. Skenario 2, Sasaran Biaya Produksi**

### **1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Pada skenario 2, tujuannya adalah sasaran biaya produksi. Pada kondisi aktual, sistem usaha integrasi jagung-sapi memproduksi jagung, sapi potong, limbah jagung dan kompos. Solusi optimal pada tabel 7.26.

**Tabel 7.26 Solusi Optimal Skenario 2 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 2	%
I	Jagung (kg)	4,891	4,198	-14.17
	Sapi potong (ekor)	3	3	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,020	874	-14.31
	Kompos (kg)	1,160	1,739	49.91
II	Jagung (kg)	4,722	3,498	-25.92
	Sapi potong (ekor)	3	3	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,017	729	-28.32
	Kompos (kg)	1,150	1,450	26.09
III	Jagung (kg)	5,174	4,898	-5.33
	Sapi potong (ekor)	3	3	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,025	1,020	-0.49
	Kompos (kg)	2,019	2,030	0.54

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.26 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi jagung sebesar 4.198 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah jagung sebesar 874 kg, dan kompos sebesar 1.739 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 3.498 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah jagung sebesar 729 kg, dan kompos sebesar 1.450 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 4.898 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah jagung sebesar 1.020 kg, dan kompos sebesar 2.030 kg.

Tabel 26 pada periode I menunjukkan sebagian besar tingkat produksi sudah melebihi kondisi optimalnya, kecuali sapi dan kompos. Produksi jagung dan limbah jagung sudah di atas kondisi optimal di mana

produksi aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal, yakni masing-masing 4.891 kg dan 1.020 kg pada kondisi aktual menjadi 4.198 kg dan 874 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 14,17% dan 14,31%.

Pada periode II, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi dan kompos. Produksi aktual jagung dan limbah jagung melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 4.722 kg dan 1.017 kg pada kondisi aktual menjadi 3.498 kg dan 729 kg pada kondisi optimalnya atau menurun sebesar 25,92% dan 28,32%.

Pada periode III, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya kecuali sapi dan kompos. Produksi aktual jagung dan limbah jagung melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.174 kg dan 1.025 kg pada kondisi aktual menjadi 4,898 ton, 1,020 ton dan 2,030 ton pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 5,33% dan 0,49%.

Pada periode I, II dan III, terlihat produksi jagung dan limbah jagung sudah sesuai bahkan melebihi target yang diharapkan untuk mencapai kondisi optimal, sedangkan sapi

potong dan kompos perlu ditingkatkan produksinya dengan peningkatan input, seperti sapi bakalan, pakan dan vitamin, tetapi harus disesuaikan dengan biaya produksi. Agar biaya produksi bisa ditekan, maka perlu dioptimal-kan penggunaan pakan utama yang bersumber dari limbah jagung yang jumlahnya melimpah dan dapat diperoleh secara cuma-cuma.

Jika dibandingkan dengan kondisi aktual, biaya produksi pada sistem integrasi jagung-sapi setiap periode-nya berubah-ubah dan di atas kondisi optimal. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.27.

**Tabel 7.27 Biaya Produksi pada Integrasi Jagung-Sapi pada Skenario 2 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Aktual (Rp)	Skenario II (Rp)
I	48.593.090	40.000.000
II	48.365.248	35.000.000
III	49.381.186	45.000.000
<b>Total</b>	<b>146.826.724</b>	<b>120.000.000</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Biaya produksi merupakan total biaya usaha tani jagung, limbah jagung, usaha ternak sapi, dan kompos. Adapun biaya produksi yang telah digunakan oleh petani pada kondisi aktual pada setiap periode adalah Rp48.593.090, Rp48.365.248 dan Rp49.381.186. Biaya produksi yang diperoleh pada kondisi optimal adalah Rp40.000.000, Rp35.000.000 dan

Rp45.000.000. Hal ini berarti biaya produksi petani integrasi jagung-sapi di Provinsi Gorontalo masih di atas kondisi optimal sehingga masih harus ditekan biayanya agar mencapai kondisi optimal.

Biaya produksi integrasi jagung-sapi dipengaruhi oleh penggunaan input, seperti bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, dan vitamin. Semakin tinggi jumlah input yang digunakan, maka akan semakin meningkatkan biaya yang dikeluarkan untuk pembelian input. Oleh karena itu, untuk mencapai target biaya produksi yang optimal, maka penggunaan input sebaiknya memanfaatkan secara optimal sarana produksi yang dapat dihasilkan oleh produk sampingan pada usaha tani jagung dan usaha sapi potong, seperti kompos yang digunakan sebagai pupuk dan limbah jagung untuk digunakan sebagai pakan ternak. Selain diperoleh secara gratis, ketersediaannya juga melimpah dan tidak merusak lingkungan karena bahan yang digunakan adalah organik bukan bahan kimia.

Sementara itu, nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran biaya produksi dapat dilihat pada tabel 7.28.

**Tabel 7.28 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.28 menunjukkan sasaran biaya produksi pada periode I, II dan III tercapai karena nilai variabel deviasional (DA) atas sama dengan nol.

## 2) Tingkat Penggunaan Sumber Daya

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi pada tabel 7.29.

**Tabel 7.29 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit	4,84	0,000000
2	Pupuk	17,5	0,000000
3	Obat-obatan	4,90	0,000000
4	Sapi bakalan	1,00	0,000000
5	Pakan	15,0	0,000000
6	Vitamin dan obat-obatan	4,63	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada

periode berikutnya. Hal ini bertujuan menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi jagung-sapi.

Tabel 7.29 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 2 bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa).

Pada tabel 7.29, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi, baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, serta vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat proses produksi. Hal ini berarti untuk mencapai target biaya produksi pada kondisi optimal, maka penggunaan sumber daya, seperti bibit, pupuk, obat-obatan, pakan, sapi bakalan, dan vitamin harus seoptimal mungkin. Namun, agar tidak meningkatkan biaya produksi, maka pemanfaatan kompos dan limbah jagung

sebagai input dalam hal ini sebagai pupuk dan pakan ternak lebih diutamakan.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.30.

**Tabel 7.30 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	2,55	0,000000
	Lahan	0,40	0,000000
II	Tenaga kerja	2,55	0,000000
	Lahan	0,40	0,000000
III	Tenaga kerja	2,55	0,000000
	Lahan	0,40	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.30, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Oleh karena itu, perlunya pemanfaatan lahan dan tenaga kerja secara optimal untuk menekan biaya produksi seperti yang diharapkan.

### 3) Analisis Sensitivitas

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 2 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.31.

Tabel 7.31 Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 2 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease	
1.	Bibit (kg)	52	<i>Infinity</i>	3,8	48,20
2.	Pupuk (kg)	1215	<i>Infinity</i>	80,5	1134,5
3.	Obat-obatan (liter)	20	<i>Infinity</i>	2,5	17,50
4.	Sapi bakalan (ekor)	10	<i>Infinity</i>	1,78	8
5.	Pakan (kg)	10820	<i>Infinity</i>	75,4	10744,6
6.	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	9	<i>Infinity</i>	4,63	4,37
7.	Tenaga kerja (Periode I)	176,72	<i>Infinity</i>	6,5	170,22
8.	Tenaga kerja (Periode II)	176,72	<i>Infinity</i>	6,5	170,22
9.	Tenaga kerja (Periode III)	176,72	<i>Infinity</i>	7,31	169,41
10.	Lahan (Periode I)	2,00	<i>Infinity</i>	0,33	1,67
11.	Lahan (Periode II)	2,00	<i>Infinity</i>	0,33	1,67
12.	Lahan (Periode III)	2,00	<i>Infinity</i>	0,39	1,61

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.31 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya bibit diperbolehkan sampai batas 48,2 kg, pupuk dikurangi sampai batas 1.134,5 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 17,5 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 8 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 10744,6 kg, vitamin obat-obatan diturunkan sampai batas 4,37 liter. Tenaga kerja periode I dan II dikurangi sampai batas 170,22 HKSP, sedangkan periode III dapat dikurangi sampai batas 169,41 HKSP. Lahan periode I dan II diperbolehkan turun

sampai 1,67 ha, sedangkan periode III dikurangi sampai batas 1,61 ha.

**c. Skenario 3, Sasaran Risiko Produksi**

**1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Pada skenario 3, tujuannya adalah sasaran risiko produksi. Pada kondisi aktual, sistem usaha integrasi jagung-sapi memproduksi jagung, sapi potong, limbah jagung, dan kompos. Solusi optimal dilihat pada tabel 7.32.

**Tabel 7.32 Solusi Optimal Skenario 3 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 3	%
I	Jagung (kg)	4,891	3,498	-28.48
	Sapi potong (ekor)	3	4	33.33
	Limbah jagung (kg)	1,020	729	-28.53
	Kompos (kg)	1,160	1,449	24.91
II	Jagung (kg)	4,722	2,799	-40.72
	Sapi potong (ekor)	3	4	33.33
	Limbah jagung (kg)	1,017	583	-42.67
	Kompos (kg)	1,150	1,160	0.87
III	Jagung (kg)	5,174	4,198	-18.86
	Sapi potong (ekor)	3	4	66.67
	Limbah jagung (kg)	1,025	875	-14.63
	Kompos (kg)	2,019	1,739	-13.87

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.32 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi jagung sebesar 3.498 kg, sapi potong sebesar 4 ekor, limbah jagung sebesar 729 kg, dan kompos sebesar 1.449 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 2,799 kg, sapi potong sebesar 4 ekor, limbah jagung sebesar 583 kg, dan kompos sebesar 1.160 kg. Pada periode III,

kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 4.198 kg, sapi potong sebesar 5 ekor, limbah jagung sebesar 875 kg, dan kompos sebesar 1.739 kg.

Pada periode I, sebagian besar tingkat produksi sudah melebihi kondisi optimalnya, kecuali sapi dan kompos. Produksi jagung dan limbah jagung sudah di atas kondisi optimal di mana produksi aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 4.892 kg dan 1.020 kg pada kondisi aktual menjadi 3.498 kg dan 729 kg pada kondisi optimalnya menurun masing-masing sebesar 28,48% dan 28,53%.

Pada periode II, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi dan kompos. Produksi aktual jagung dan limbah jagung melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 4.722 kg dan 1.017 kg pada kondisi aktual menjadi 2.799 kg dan 583 kg pada kondisi optimalnya menurun masing-masing sebesar 40,72% dan 42,67%.

Pada periode III, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya kecuali sapi. Produksi aktual jagung, limbah jagung dan kompos melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal, yakni masing-masing 5.174 kg, 1.025

kg dan 2.019 kg pada kondisi aktual menjadi sebesar 4.198 ton, 875 kg dan 1.739 kg pada kondisi optimalnya menurun masing-masing sebesar 18,86%, 14,63% dan 13,87%.

Pada periode I, II dan III terlihat produksi jagung dan limbah jagung sudah sesuai bahkan melebihi target yang diharapkan untuk mencapai kondisi optimal, sedangkan produksi sapi potong dan kompos belum mencapai target produksi yang optimal. Hal ini disebabkan keterbatasan penggunaan input dalam usaha sapi potong, seperti sapi bakalan, pakan, vitamin, serta obat-obatan.

Menurut Robison dan Barry (1987), penggunaan input usaha tani berpengaruh pada risiko produksi yang dihadapi oleh petani. Petani responden mengalami keterbatasan modal dalam pembelian sapi bakalan. Begitu juga dengan pakan di mana petani lebih banyak menggunakan pakan yang bukan berasal dari usaha tani jagung, seperti rumput gajah, padahal harga pakan cukup mahal. Begitu juga dengan pembelian vitamin dan obat-obatan yang harganya cukup mahal. Hal ini membuat petani menghadapi risiko produksi yang cukup tinggi sehingga usaha sapi potong belum menghasilkan produksi sapi potong dan kompos seperti yang diharapkan. Selain itu, dengan adanya iklim

yang tidak menentu, menyebabkan risiko produksi meningkat karena curah hujan yang terlalu tinggi dan terlalu rendah menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit yang menyerang hewan ternak.

Jika dibandingkan dengan kondisi aktual, risiko produksi pada sistem integrasi jagung-sapi setiap periodenya terjadinya penurunan yang disebabkan adanya gangguan hama dan penyakit, banjir, tanah longsor yang menyebabkan petani gagal panen.

**Tabel 7.33 Risiko Produksi pada Integrasi Jagung-Sapi Skenario 3 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Aktual (Rp)	Skenario 3 (Rp)
I	0,56	0,4
II	0,66	0,5
III	0,54	0,3

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Risiko produksi pada sistem integrasi jagung-sapi pada kondisi aktual pada periode I adalah 0,56 dengan kondisi optimal adalah 0,4. Pada periode II, 0,66 pada kondisi aktual dan 0,5 pada kondisi optimal. Pada periode III, 0,54 di kondisi aktual dan 0,3 pada kondisi optimal. Hal ini berarti risiko produksi petani integrasi jagung-sapi di Provinsi Gorontalo masih di atas kondisi optimal sehingga masih harus diturunkan agar sesuai dengan kondisi optimal.

Oleh karena itu, untuk menekan risiko produksi yang masih di atas kondisi optimal, ada berbagai cara yang dapat ditempuh oleh petani, misalnya dengan pemberian kredit usaha tani kepada petani. Cara lainnya adalah pemberian insentif dan bantuan sarana produksi, seperti pupuk dan obat-obatan dari pemerintah melalui dinas pertanian dan peternakan setempat, penyuluhan intensif kepada petani teknik budi daya tanaman jagung yang tepat, serta teknik pemeliharaan sapi potong yang lebih tepat.

Hal ini sejalan dengan Satoto dkk. (2013) yang menyebutkan beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi senjang hasil antarmusim atau periode antara lain mengetahui prevalensi serangan hama/penyakit, memetakan varietas spesifik dan menerapkan teknik budi daya spesifik baik pada musim hujan maupun musim kemarau, misalnya rekomendasi pemupukan, jarak tanam, pengairan dan pengelolaan hama/penyakit tanaman.

Berdasarkan status kepemilikan lahan, terlihat bahwa status lahan usaha tani padi sawah dengan status lahan bukan milik memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan usaha tani pada lahan milik sendiri. Di samping mengusahakan lahan

milik sendiri, sepanjang modal produksi dan penawaran lahan sewa tersedia, petani juga umumnya menyewa lahan usaha tani. Menurut Saptana dkk. (2010), hal ini merupakan salah satu strategi pengendalian risiko karena melalui diversifikasi hamparan, petani juga dapat mengurangi kovariansi hamparan hasil dan variabilitas produksi agregat. Demikian juga jika secara spasial lokasi hamparan tersebut tersebar, variabilitas produksi agregat yang diakibatkan oleh dampak spesifik lokasi (misalnya serangan OPT dan kekeringan setempat) dapat diminimalisasi.

Nilai DA sasaran risiko produksi dapat dilihat pada tabel 7.34.

Tabel 7.34 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Risiko Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.34 menunjukkan sasaran risiko produksi pada periode I, II dan III tercapai karena nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran risiko produksi sama dengan nol.

## 2) Tingkat Kegiatan Optimal

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah

penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Penggunaan sarana produksi dapat dilihat pada tabel 7.35.

**Tabel 7.35 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit	5,5	0,000000
2	Pupuk	17,5	0,000000
3	Obat-obatan	3,5	0,000000
4	Sapi bakalan	2	0,000000
5	Pakan	19	0,000000
6	Vitamin dan obat-obatan	3,8	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.35 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 3 menunjukkan bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa).

Pada tabel 7.35, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, serta vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat dalam proses

produksi. Hal ini berarti untuk mencapai target risiko produksi pada kondisi optimal, maka perlunya penggunaan sumber daya seperti bibit, pupuk, obat-obatan, pakan, sapi bakalan, dan vitamin seoptimal mungkin. Namun, agar tidak meningkatkan risiko produksi, maka pemanfaatan kompos dan limbah jagung sebagai input (dalam hal ini sebagai pupuk dan pakan ternak) lebih diutamakan agar tidak melakukan pembelian pupuk dan pakanan organik. Selain harganya mahal, juga mengandung bahan kimia yang dapat memengaruhi tingginya risiko pada usaha tani karena penggunaan pupuk dan pestisida kimia berlebihan mengurangi kesuburan tanah.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.36.

**Tabel 7.36 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	3,55	0,000000
	Lahan	0,45	0,000000
II	Tenaga kerja	3,55	0,000000
	Lahan	0,45	0,000000
III	Tenaga kerja	3,55	0,000000
	Lahan	0,45	0,000000

Pada tabel 7.36 terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau

masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan dan tenaga kerja perlu ditingkatkan secara maksimal.

Menurut Robison dan Barry (1987) menyatakan bahwa penggunaan input usaha tani berpengaruh pada risiko produksi yang dihadapi oleh petani. Input-input yang bersifat *risk reducing* atau yang bersifat mengurangi risiko di antaranya adalah input pupuk, pestisida, dan penggunaan tenaga kerja.

### 3) Analisis Sensitivitas

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 3 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih, dapat dilihat pada tabel 7.37.

**Tabel 7.37 Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 3 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sumber Daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
1.	Bibit (kg)	52	Infinity	1,69 50,31
2.	Pupuk (kg)	1215	Infinity	90,5 1124,5
3.	Obat-obatan (liter)	20	Infinity	1,38 18,62
4.	Sapi bakalan (ekor)	10	Infinity	2,09 8
5.	Pakan (kg)	10820	Infinity	62,6 10757,4
6.	Vitamin dan Obat-obatan (ltr)	9	Infinity	3,06 5,94
7.	Tenaga kerja (Periode I)	176,72	Infinity	4,55 172,07
8.	Tenaga kerja (Periode II)	176,72	Infinity	4,99 171,63
9.	Tenaga kerja (Periode III)	176,72	Infinity	4,08 172,54
10.	Lahan (Periode I)	2,00	Infinity	0,35 1,65
11.	Lahan (Periode II)	2,00	Infinity	0,29 1,71
12.	Lahan (Periode III)	2,00	Infinity	0,29 1,71

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.37 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya seperti bibit diperbolehkan sampai batas 50,31 kg, pupuk dikurangi sampai batas 1124,5 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 18,62 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 8 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 10757,4 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 5,94 liter.

Tenaga kerja periode I dikurangi sampai batas 172,07 HKSP, tenaga kerja periode II dapat diturunkan sampai batas 171,63, serta tenaga periode III dapat dikurangi sampai batas 172,54 HKSP.

Lahan periode I diperbolehkan turun sampai batas 1,65 ha, lahan periode II dan periode III dikurangi sampai batas 1,71 ha.

**d. Skenario 4, Sasaran Keuntungan, Biaya dan Risiko Produksi**

**1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Skenario 4 berbeda dengan skenario lainnya di mana setiap skenario memiliki prioritas sasaran yang akan dicapai. Pada skenario 4, tidak ada prioritas di antara sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi. Skenario 4 memiliki tujuan seluruh sasaran yaitu sasaran keuntungan, sasaran biaya dan sasaran risiko produksi.

Pada kondisi aktual, sistem usaha integrasi jagung-sapi memproduksi jagung, sapi potong, limbah jagung dan kompos, di mana solusi optimal dapat dilihat pada tabel 7.38.

**Tabel 7.38 Solusi Optimal Skenario pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 4	%
I	Jagung (kg)	4,891	4,898	0.14
	Sapi potong (ekor)	3	6	100.00
	Limbah jagung (kg)	1,020	1,020	0.00
	Kompos (kg)	1,160	2,029	74.91
II	Jagung (kg)	4,722	4,198	-11.10
	Sapi potong (ekor)	3	5	66.67
	Limbah jagung (kg)	1,017	875	-13.96
	Kompos (kg)	1,150	1,739	51.22
III	Jagung (kg)	5,174	5,597	8.18
	Sapi potong (ekor)	3	7	133.33
	Limbah jagung (kg)	1,025	1,166	13.76
	Kompos (kg)	2,019	2,319	14.86

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.38 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika

produksi jagung sebesar 4.898 kg, sapi potong sebesar 6 ekor, limbah jagung sebesar 1.020 kg dan kompos sebesar 2.029 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 4.198 kg, sapi potong sebesar 5 ekor, limbah jagung sebesar 875 kg, dan kompos sebesar 1.739 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah jagung sebesar 5.597 kg, sapi potong sebesar 7 ekor, limbah jagung sebesar 1.166 kg, dan kompos sebesar 2.319 kg.

Tabel 38 pada periode I menunjukkan seluruh tingkat produksi berada di bawah kondisi optimalnya. Pada periode II, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah di atas kondisi optimal. Produksi aktual jagung dan limbah jagung melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal, yakni masing-masing 4.722 kg dan 1.017 kg pada kondisi aktual menjadi 4.198 kg dan 875 kg pada kondisi optimalnya atau menurun menjadi 11,1% dan 13,96%. Pada periode III, terlihat seluruh tingkat produksi masih berada di bawah kondisi optimalnya.

Tabel 7.38 pada periode I dan periode III menunjukkan secara keseluruhan tingkat produksi masih berada di bawah kondisi optimalnya, baik jagung, sapi, limbah jagung, maupun kompos. Oleh karena itu, perlu

ditingkatkan produksinya dengan cara meningkatkan jumlah input, seperti bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, dan lain lain dengan tujuan meningkatkan keuntungan. Namun, penggunaan input tidak boleh dilakukan secara berlebihan tetapi tetap harus memperhitungkan biaya dan risiko produksi agar tidak meningkat tajam sehingga sebaiknya pemakaian pakan dari limbah jagung dan pupuk kompos lebih diutamakan.

Pada periode II, dapat dilihat tingkat produksi sapi dan kompos masih di bawah kondisi optimalnya sementara tingkat produksi jagung, limbah jagung sudah berada diatas kondisi optimal. Oleh karena itu, perlu ditingkatkan penggunaan input terutama menambah pembelian sapi bakalan, menambah jumlah pakan ternak, serta dosis vitamin dan obat-obatan sehingga produksi sapi potong dan kompos bisa meningkat. Selain itu, penggunaan jumlah input pada usaha tani jagung sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input seperti bibit, pupuk dan obat-obatan.

Pada skenario 4, tingkat keuntungan yang diterima oleh petani, biaya dan risiko setiap periodenya berubah-ubah dan masih berada di bawah kondisi optimal, sama halnya dengan skenario 1, 2 dan 3.

Jika dibandingkan tingkat keuntungan pada kondisi aktual dengan kondisi optimal, maka terlihat bahwa keuntungan yang dicapai mengalami peningkatan pada setiap periodenya. Sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi pada periode I, II, dan III tercapai atau tidak ditunjukkan dengan nilai variabel deviasional bawah (DB) sasaran keuntungan dan nilai variabel deviasional atas (DA) sasaran biaya dan risiko produksi. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.39 dan 7.40.

**Tabel 7.39 Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Bawah (DB)
1	I	0,7451
2	II	0,0000
3	III	0,8381

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.39 menunjukkan nilai variabel deviasional (DB) bawah pada periode II dengan sasaran keuntungan sama dengan nol. Hal ini berarti sasaran keuntungan integrasi pada periode II tercapai. Pada periode I dan III, nilai variabel deviasional (DB) bawah sasaran keuntungan lebih dari nol walaupun nilainya tidak terlalu besar. Hal ini berarti sasaran keuntungan integrasi baik pada periode I, maupun periode III tidak tercapai dengan penyimpangan negatif pada periode I sebesar Rp0,7451 dan periode III sebesar Rp0,8381. Hal

ini disebabkan produksi aktual pada periode I dan III masih berada di bawah kondisi optimal sehingga harus ditingkatkan.

**Tabel 7.40 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya dan Risiko Produksi Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
<b>Biaya Produksi</b>		
1	I	66.785
2	II	1.915.489
3	III	2.644.343
<b>Risiko Produksi</b>		
1	I	0,108
2	II	0,079
3	III	0,089

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.40 menunjukkan nilai variabel deviasional atas (DA) sasaran biaya produksi lebih besar dari nol baik pada periode I, II dan III. Hal ini berarti sasaran biaya produksi baik pada periode I tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp66.785. Begitu juga pada periode II, sasaran biaya produksi tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp1.915.489. Pada periode III, nilai variabel deviasional atas (DA) lebih besar dari nol sehingga sasaran biaya produksi tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp2.644.343. Hal ini disebabkan oleh produksi aktual pada periode I dan III masih berada di

bawah kondisi optimal sehingga harus ditingkatkan.

Tabel 7.40 juga menunjukkan nilai variabel deviasional atas (DA) sasaran risiko produksi lebih besar dari nol baik pada periode I, II, maupun III walaupun nilainya tidak terlalu besar. Hal ini berarti sasaran risiko produksi baik periode I, II, maupun III tidak tercapai di mana penyimpangan positif sebesar 0,108 pada periode I, 0,079 pada periode II, serta 0,089 pada periode III. Hal ini disebabkan oleh produksi aktual pada periode I dan III masih berada di bawah kondisi optimal sehingga harus ditingkatkan.

## 2) Tingkat Penggunaan Sumber Daya

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi dilihat pada tabel 7.41.

Tabel 7.41 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit (kg)	3	0,00
2	Pupuk (kg)	15	0,00
3	Obat-obatan (ltr)	0	27,565,0
4	Sapi bakalan (ekor)	1	0,00
5	Pakan (kg)	10	0,00
6	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	2,3	0,00

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada periode berikutnya. Hal ini bertujuan menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi jagung-sapi.

Tabel 7.41 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 4 bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih kecuali obat-obatan atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa).

Pada obat-obatan, nilai *slack* yang sama dengan nol menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa). Sumber daya tersebut dikatakan sumber daya langka atau kendala aktif. Setiap sumber daya langka mempunyai nilai dual yang lebih besar dari nol. Hal ini berarti setiap perubahan satu satuan sumber daya akan menyebabkan perubahan nilai tujuan sebesar nilai dualnya. Seperti nilai dual obat-obatan sebesar 27.565, berarti setiap penambahan satu liter obat-obatan maka akan meningkatkan

keuntungan sebesar Rp27.565. Hal ini berarti untuk mencapai target keuntungan, biaya dan risiko produksi pada kondisi optimal, maka perlunya penggunaan obat-obatan secara maksimal.

Obat-obatan merupakan sumber daya langka atau tidak ada sisa. Maka untuk kegiatan pemberantasan hama dan penyakit, perlu mencari alternatif pengganti obat-obatan kimia yaitu dengan pengendalian OPT (organisme pengganggu tanaman) dan pemanfaatan musuh alami, terutama pada periode I dan III. Upaya menekan serangan OPT adalah melakukan pengawalan sejak dini melalui pengamatan secara rutin, mulai dari persemaian sampai dipertanaman. Selain itu petani jagung diberikan bimbingan teknis selama satu musim tanam dengan pola SLPHT (sekolah lapangan pengelolaan hama terpadu) agar petani nantinya dapat melakukan pengamatan OPT secara mandiri dan rutin, serta menyusun tindakan pengendalian dengan memahami 6 tepat dalam pemakaian pestisida sampai pemanfaatan musuh alami.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.42.

Tabel 7.42 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	0,00	92.694,00
	Lahan	0,37	0,00
II	Tenaga kerja	0,33	0,0
	Lahan	0,00	3.860.101,00
III	Tenaga kerja	0,34	0,00
	Lahan	0,37	0,00

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.42, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi jagung-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

Namun, tenaga kerja pada periode I dan lahan pada periode II memiliki nilai *slack* sama dengan nol, menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa). Sumber daya tersebut dikatakan sumber daya langka atau kendala aktif. Setiap sumber daya langka mempunyai nilai dual yang lebih besar dari nol. Hal ini berarti setiap perubahan satu satuan sumber daya akan menyebabkan perubahan nilai tujuan sebesar nilai dualnya, seperti nilai dual tenaga kerja

pada periode I sebesar 92.694, berarti setiap penambahan satu HKSP tenaga kerja, maka keuntungan akan meningkat sebesar Rp92.694. Nilai dual lahan pada periode II sebesar 3.860.101, berarti setiap penambahan satu hektar lahan, maka keuntungan akan meningkat sebesar Rp3.860.101.

Pada dasarnya, lahan dan tenaga kerja merupakan sumber daya tetap artinya tidak ada penambahan lahan dan tenaga kerja pada setiap periode. Namun, lahan dan tenaga kerja merupakan sumber daya langka pada periode I dan II diakibatkan kondisi yang berbeda yang dialami oleh petani pada setiap periode baik kondisi kesehatan petani itu sendiri maupun kondisi iklim yang tidak menentu yang harus dihadapi oleh petani sehingga menyebabkan naik turunnya produksi pada sistem integrasi jagung-sapi. Hal ini menyebabkan risiko produksi meningkat, biaya produksi meningkat dan keuntungan menurun.

### 3) Analisis Sensitivitas

Kondisi optimal yang telah dicapai dapat mengalami perubahan, apabila terjadi perubahan terhadap nilai-nilai parameter yang terdapat dalam model yang digunakan. Untuk mengetahui perubahan tersebut terhadap kondisi optimal, maka dilakukan analisis

sensitivitas yang menghasilkan selang kepekaan.

Selang kepekaan terdiri atas batas minimum dan batas maksimum. Batas minimum menunjukkan batas kenaikan ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable increase*) agar penyelesaian optimal tidak berubah, sedangkan batas maksimal menunjukkan batas penurunan nilai ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable decrease*) tanpa mengubah hasil penyelesaian optimal. Jadi, apabila terjadi perubahan nilai ruas kanan yang masih berada dalam selang yang diperbolehkan, maka hasil optimal tidak mengalami perubahan atau kondisi optimal tetap stabil.

Tabel 7.43 Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 4 pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase		Allowable Decrease	
1.	Bibit (kg)	52	Infinity		2,1	49,90
2.	Pupuk (kg)	1215	Infinity		100,5	1114,50
3.	Obat-obatan (liter)	20	2,8	22,80	1,9	18,10
4.	Sapi bakalan (ekor)	10	Infinity		1,11	9
5.	Pakan (kg)	10820	Infinity		57,0	10763
6.	Vitamin dan Obat-obatan (ltr)	9	Infinity		3,2	5,80
7.	Tenaga kerja (Periode I)	176,72	1,8	78,52	5,8	170,92
8.	Tenaga kerja (Periode II)	176,72	Infinity		5,3	171,42
9.	Tenaga kerja (Periode III)	176,72	Infinity		5,8	170,92
10.	Lahan (Periode I)	2,00	Infinity		0,46	1,54
11.	Lahan (Periode II)	2,00	1,43	3,43	0,33	1,67
12.	Lahan (Periode III)	2,00	Infinity		0,29	1,71

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 4 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan

sumber daya berlebih. Pengurangan terhadap jumlah sumber daya berlebih sampai batas yang diperbolehkan tidak akan mengubah keuntungan hasil perencanaan yang akan dicapai. Hal ini terjadi karena jumlah dan kombinasi produksi optimal tidak akan berubah. Sebaliknya, penambahan jumlah sumber daya akan merugikan karena menimbulkan biaya penyimpanan. Lebih jelas pada tabel 7.52.

Tabel 7.43 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya seperti bibit diperbolehkan sampai batas 49,9 kg, pupuk dikurangi sampai batas 1114,5 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 18,1 liter dan dinaikkan sampai batas 22,8 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 9 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 10.763 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 5,8 kg. Tenaga kerja periode I dikurangi sampai batas 170,92 HKSP dan dinaikkan sampai batas 178,52, tenaga kerja periode II dapat diturunkan sampai batas 171,42 HKSP, serta tenaga periode III dapat dikurangi sampai batas 170,92 HKSP. Lahan periode I diperbolehkan turun sampai batas 1,54 ha, lahan periode II dikurangi sampai batas 1,67 ha dan dapat dinaikkan sampai batas 3,43 ha, serta lahan periode III dikurangi sampai batas 1,71 ha.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dilihat bahwa integrasi optimal jagung-sapi potong mampu mencapai sasaran meningkatkan keuntungan, menurunkan biaya produksi dan risiko produksi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bahri dkk. (2018) bahwa keuntungan yang diperoleh dari usaha tani integrasi lebih besar dibandingkan dengan usaha tani tanaman jagung atau usaha tani ternak sapi potong. Jika usaha tani hanya fokus pada usaha tani tanaman jagung, maka keuntungannya hanya sebesar Rp.5.121.875/ bulan. Jika hanya fokus pada usaha ternak sapi potong 12 ekor, keuntungannya Rp.11.236.500/bulan. Sementara itu, keuntungan integrasi mencapai Rp.16.299.000/bulan.

Didukung pula oleh penelitian Imran dkk, (2018) bahwa kelompok petani tanaman-ternak lebih tinggi keuntungan usaha tani jagungnya dibandingkan dengan keuntungan kelompok petani jagung nonintegrasi. Hal ini disebabkan karena penerimaan jumlah produksi jagung kelompok petani integrasi meningkat 22% dibanding kelompok petani nonintegrasi dikarenakan dampak pemupukan di mana petani integrasi menggunakan pupuk organik dari kotoran sapi untuk tanaman jagung.

Gil, Garrett, dan Berger (2016) & Gil, Siebold, dan Berger (2015) menambahkan bahwa *integrated* sistem tanaman-ternak terpadu dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah yang meningkatkan produksi pertanian. Selain itu, limbah

jagung dimanfaatkan oleh ternak sapi sebagai pakan. Hal ini serupa dengan pernyataan Musa (2013) bahwa tanaman jagung pada umur tertentu, terutama ketika bulir mulai tumbuh, mempunyai nilai gizi yang tinggi untuk sapi. Setiap kali panen, tanaman jagung akan menghasilkan limbah sebagai hasil sampingan, seperti batang, daun jagung, dan jenggel jagung. Bila limbah jagung diolah dengan baik sebagai makanan ternak praktis akan menambah tersedianya makanan ternak yang cukup bermutu. Pada kondisi tertentu, seluruh tanaman dapat diberikan kepada ternak manakala jagung tidak bias dipanen, misalnya pada musim kemarau panjang.

Sementara itu, penggunaan biaya pupuk anorganik kelompok petani integrasi lebih rendah (menurun 30%) dibanding kelompok petani jagung nonintegrasi yang tidak menggunakan pupuk organik dari sapi. Keuntungan usaha tani jagung dan nilai *R/C ratio* petani integrasi lebih tinggi dari petani nonintegrasi yaitu sebesar Rp11.468.605/ ha dan *R/C ratio* 2,81 (Imran dkk., 2018).

Selanjutnya Siahaan (2018) menambahkan bahwa faktor lain yang menyebabkan terjadinya perbedaan komponen biaya produksi usaha tani organik dengan nonorganik terdapat pada jenis pupuk dan obat-obatan yang digunakan. Pada usaha tani nonorganik, para petani menggunakan pupuk kimia, seperti urea, SP-36, *phonska*, KCl, ZA dan TSP, serta obat-obatan kimia yang harganya relatif tinggi. Biaya rata-rata pupuk dan

obat-obatan kimia yang dikeluarkan oleh petani nonorganik per satu musim tanam adalah sebesar 13,09% dan 3,9% dari total biaya rata-rata sebesar Rp12.613.482. Dengan kata lain, jumlah biaya rata-rata yang harus dikeluarkan petani nonorganik dalam penyediaan pupuk dan obat-obatan kimia per satu musim tanam yakni sebesar 17,00% dari total biaya rata-rata secara keseluruhan untuk per 1 ha.

Sementara itu, pada usaha tani organik tidak ada komponen biaya rata-rata pupuk dan obat-obatan kimia. Ini disebabkan para petani padi organik sudah menggunakan pupuk serta obat-obatan organik mulai dari awal hingga akhir musim tanam di mana biaya rata-rata pupuk dan obat-obatan organik yang dikeluarkan per satu musim tanam adalah sebesar 14,87% dan 3,33% dari total biaya rata-rata sebesar Rp9.591.738. Dengan kata lain, jumlah biaya rata-rata yang harus dikeluarkan petani organik dalam penyediaan pupuk serta obat-obatan per satu musim tanam yakni sebesar 18,2% dari total biaya rata-rata secara keseluruhan.

Begitu pula dengan risiko produksi pada integrasi optimal jagung-sapi potong yang cenderung menurun dari sedang ke rendah. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Altaf dan Shah (2015) yang menjelaskan bahwa diversifikasi produk tidak dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan jika berjalan masing-masing. Sebaliknya, mereka harus diterapkan secara bersamaan agar dapat memberikan keuntungan

bagi perusahaan. Rugman (2015) dalam penelitiannya menemukan bahwa diversifikasi usaha dapat mengurangi risiko investasi perusahaan.

Menurut Satoto dkk. (2013), beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi senjang hasil antarmusim atau periode antara lain mengetahui prevalensi serangan hama/penyakit, memetakan varietas spesifik dan menerapkan teknik budi daya spesifik baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Misalnya, rekomendasi pemupukan, jarak tanam, pengairan, dan pengelolaan hama/penyakit tanaman.

Berdasarkan status kepemilikan lahan, terlihat bahwa status lahan usaha tani padi sawah dengan status lahan bukan milik memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan usaha tani pada lahan milik sendiri. Di samping mengusahakan lahan milik sendiri, sepanjang modal produksi dan penawaran lahan sewa tersedia, petani juga umumnya menyewa lahan usaha tani. Menurut Saptana dkk. (2010), hal ini merupakan salah satu strategi pengendalian risiko karena melalui diversifikasi hamparan petani juga dapat mengurangi kovariansi hamparan hasil dan variabilitas produksi agregat. Demikian juga jika secara spasial lokasi hamparan tersebut tersebar, variabilitas produksi agregat yang diakibatkan oleh dampak spesifik lokasi (misalnya serangan OPT dan kekeringan setempat) dapat diminimalisasi.

Dengan demikian, dapat dilihat bahwa integrasi optimal jagung-sapi potong skenario 1 dengan sasaran keuntungan secara keseluruhan produksi optimal diatas produksi kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya produksi secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal.

Pada skenario 2, sasaran biaya produksi secara keseluruhan produksi optimal sapi dan kompos di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya input produksi secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal. Sementara itu, jagung dan limbah jagung secara keseluruhan produksi kondisi aktual di atas kondisi optimal. Artinya, penggunaan jumlah input pada usaha tani jagung sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input seperti bibit, pupuk dan obat-obatan.

Pada skenario 3, sasaran risiko produksi secara keseluruhan produksi optimal sapi dan kompos di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya input produksi secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal. Sementara itu, jagung dan limbah jagung secara keseluruhan produksi kondisi aktual di atas kondisi optimal. Artinya, penggunaan

jumlah input pada usaha tani jagung sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input seperti bibit, pupuk dan obat-obatan.

Pada skenario 4, sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi secara keseluruhan produksi optimal di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya produksi secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal. Skenario 4 ini adalah skenario yang terbaik karena semua sasaran yang diinginkan petani integrasi jagung-sapi potong baik keuntungan, biaya produksi dan risiko produksi dapat dicapai pada skenario 4.

## **D. Optimalisasi Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Gorontalo**

### **1. Sasaran dan Koefisien Sasaran**

Sasaran yang hendak dicapai pada sistem integrasi usaha tebu-sapi di Provinsi Gorontalo adalah sasaran keuntungan, sasaran biaya produksi dan sasaran risiko produksi yang dibagi ke dalam 4 skenario:

- a. Skenario 1: pencapaian sasaran keuntungan sebagai prioritas.
- b. Skenario 2: pencapaian sasaran biaya produksi sebagai prioritas.
- c. Skenario 3: pencapaian sasaran risiko produksi sebagai prioritas.

- d. Skenario 4: pencapaian sasaran keuntungan, biaya, dan risiko produksi tanpa prioritas.

Sasaran yang ditargetkan oleh sistem integrasi usaha tebu sapi di Provinsi Gorontalo dapat dilihat pada tabel 7.44.

**Tabel 7.44** Sasaran pada Sistem Integrasi Usaha Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sasaran	Nilai Sasaran	Prioritas			
			Sk1	Sk2	Sk3	Sk4
1	Keuntungan (Rp)		I	II	II	I
	- Periode I	15.000.000				
	- Periode II	17.500.000				
	- Periode III	25.000.000				
2	Biaya Produksi		II	I	III	I
	- Periode I	20.000.000				
	- Periode II	22.500.000				
	- Periode III	25.000.000				
3	Risiko Produksi		III	III	I	I
	- Periode I	0,40				
	- Periode II	0,30				
	- Periode III	0,20				

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada skenario 1 tujuannya adalah sasaran keuntungan, ada skenario 2 tujuannya adalah sasaran biaya produksi, pada skenario 3 tujuannya adalah sasaran risiko produksi, dan pada skenario 4 tujuannya adalah sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi. Terlihat pada tabel di atas, sasaran keuntungan diharapkan semakin meningkat untuk periode selanjutnya, sedangkan sasaran biaya dan risiko produksi semakin menurun untuk periode selanjutnya. Penentuan besarnya nilai sasaran baik sasaran keuntungan, biaya maupun risiko produksi merujuk

pada standar ideal keuntungan, biaya dan risiko produksi yang didasarkan pada penelitian terdahulu.

Variabel deviasional yang menampung penyimpangannya adalah sebagai berikut.

- a. Sasaran keuntungan ditambahkan variabel deviasional bawah (DB) untuk menampung penyimpangan di bawah sasaran, sedangkan untuk menampung penyimpangan di atas sasaran tidak ditambahkan karena kelebihan keuntungan tidak perlu dibatasi.
- b. Untuk mencapai sasaran biaya produksi diharapkan tidak jauh menyimpang di atas sasaran. Dengan demikian, perlu diberikan variabel deviasional yang menampung penyimpangan di atas sasaran (DA).
- c. Sasaran risiko produksi ditambahkan variabel deviasional atas (DA) untuk menampung penyimpangan di atas sasaran.

## **2. Kendala dan Koefisien Input-Output Kendala**

Kendala yang dihadapi oleh sistem integrasi usaha tebu-sapi terdiri atas kendala sasaran dan fungsional. Pada kendala sasaran ditambahkan variabel deviasional untuk menampung penyimpangan yang terjadi. Kendala fungsional merupakan kendala teknis yang berdasarkan pada kelaziman proses produksi yang ada pada sistem integrasi tebu-sapi.

### **a. Kendala Sasaran**

Koefisien kendala sasaran keuntungan adalah keuntungan usaha tani tebu, usaha sapi potong,

limbah tebu, dan kompos selama 1 musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target keuntungan yang ingin dicapai pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

Koefisien kendala sasaran biaya adalah biaya usaha tani tebu, usaha sapi potong, limbah tebu, dan kompos selama 1 musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target biaya yang ingin diminimalkan pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

Koefisien kendala sasaran risiko produksi adalah nilai koefisien varians dari produksi tebu, sapi potong, limbah tebu, dan kompos selama 1 musim, sedangkan nilai ruas kanan merupakan target risiko produksi yang ingin diminimalkan pada tiap periode. Variabel deviasional atas dan variabel deviasional bawah ditambahkan dalam persamaan.

## **b. Kendala Fungsional**

### **1) Kendala Sarana Produksi**

Koefisien pada persamaan kendala sarana produksi adalah penggunaan bibit (ikat), pupuk (kg) dan obat-obatan (liter) untuk usaha tani tebu. Penggunaan sapi bakalan (ekor), pakan (kg), vitamin dan obat-obatan (liter) untuk usaha sapi potong. Untuk limbah

tebu dan kompos tidak memiliki sarana produksi.

2) Kendala Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang digunakan dalam sistem integrasi tebu-sapi adalah tenaga kerja keluarga dan tenaga kerja luar keluarga, mulai dari tahap penanaman, pemeliharaan, sampai dengan panen. Koefisien fungsi kendala tenaga kerja merupakan penjumlahan Hari Kerja Setara Pria (HKSP) yang diperlukan untuk memproduksi tebu, sapi, limbah tebu, dan kompos.

3) Kendala Luas Lahan

Luas lahan yang ditanami tebu dan Hijauan Makanan Ternak (HMT) yang digunakan dalam usaha sapi potong pada sistem integrasi tebu-sapi dalam satuan ha (hektar) selama 1 periode.

Dari kegiatan dan kendala yang dihadapi oleh sistem integrasi tebu-sapi, dapat dirumuskan suatu model fungsi tujuan, fungsi kendala sasaran dan kendala fungsional secara matematis untuk kemudian diolah dengan menggunakan program LINGO.

***Hubungan antara Komoditas Tebu, Sapi, Limbah Tebu, dan Kompos***

Pada sistem integrasi tebu-sapi, produk utama adalah tebu dan sapi potong, sedangkan limbah tebu dan kompos merupakan produk sampingan.

Limbah tebu merupakan hasil sampingan dari usaha tani tebu yang dimanfaatkan oleh petani sebagai pakan tambahan untuk ternak sapi. Kompos merupakan hasil sampingan dari usaha ternak sapi yang dimanfaatkan petani integrasi sebagai pupuk untuk usaha tani tebu.

Hubungan antara komoditas tebu, sapi, limbah, dan kompos adalah jika produksi tebu meningkat maka limbah tebu secara otomatis akan meningkat. Begitu juga jika jumlah sapi yang meningkat, maka akan diikuti peningkatan jumlah kompos.

### **3. Hasil Optimal**

Perencanaan produksi pada sistem integrasi tebu-sapi dibatasi oleh berbagai kendala, baik kendala sasaran maupun kendala fungsional. Dari hasil pengolahan dengan model *goal programming*, maka perencanaan produksi optimal dapat dilihat pada tabel.

Di bawah ini akan dibandingkan hasil optimalisasi skenario 1, skenario 2, skenario 3, dan skenario 4 dengan kondisi aktual untuk mengetahui seberapa besar kinerja usaha integrasi tebu-sapi dalam berproduksi.

#### **a. Skenario 1, Sasaran Keuntungan**

##### **1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Pada kondisi aktual, sistem usaha integrasi tebu-sapi memproduksi tebu, sapi potong, limbah tebu, dan kompos. Solusi optimal pada tabel 7.45.

**Tabel 7.45 Solusi Optimal Skenario 1 Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 1	%
I	Jagung (kg)	5,700	4,423	-22.40
	Sapi potong (ekor)	2	3	50.00
	Limbah jagung (kg)	1,050	809	-22.95
	Kompos (kg)	400	378	-5.50
II	Jagung (kg)	5,800	5,897	1.67
	Sapi potong (ekor)	2	4	100.00
	Limbah jagung (kg)	1,060	1,079	1.79
	Kompos (kg)	500	504	0.80
III	Jagung (kg)	5,820	5,793	-0.46
	Sapi potong (ekor)	2	5	150.00
	Limbah jagung (kg)	845	1,059	25.33-
	Kompos (kg)	1,028	504	50.97

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.45 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi tebu sebesar 4.423 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah tebu sebesar 809 kg, dan kompos sebesar 378 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 5.897 kg, sapi potong sebesar 4 ekor, limbah tebu sebesar 1.079 kg, dan kompos sebesar 504 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 5.793 kg, sapi potong sebesar 5 ekor, limbah tebu sebesar 1,059 kg, dan kompos sebesar 504 kg.

Tabel 7.45 menjelaskan pada periode I menunjukkan seluruh produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi. Produksi tebu, limbah tebu dan kompos sudah di atas kondisi optimal di mana produksi

aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.700 kg, 1.050 kg dan 400 kg pada kondisi aktual menjadi 4.423 kg, 809 kg dan 378 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 22,4%, 22,95% dan 5,5%. Pada periode II dan III dapat dilihat secara keseluruhan tingkat produksi masih di bawah kondisi optimalnya, kecuali kompos periode III. Produksi aktual periode III adalah 1.028 kg, kondisi optimalnya 504 kg menurun 50,97%.

Tingkat Keuntungan yang diterima oleh petani setiap periodenya berubah-ubah dan masih berada di bawah kondisi optimal. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.46.

**Tabel 7.46 Tingkat Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi pada Skenario 1 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Aktual (Rp)	Skenario I (Rp)
I	9,929,859	15.000.000
II	11,077,804	17.500.000
III	12,053,376	20.000.000
<b>Total</b>	<b>33,061,039</b>	<b>52,500,000</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tingkat keuntungan yang diterima oleh petani pada kondisi aktual pada setiap periode adalah Rp9.929.859, Rp11.077.804, dan Rp12.053.376, sedangkan tingkat keuntungan yang diperoleh pada kondisi optimal adalah Rp15.000.000, Rp17.500.000, dan Rp20.000.000. Hal ini berarti keuntungan petani integrasi

tebu-sapi di Provinsi Gorontalo masih di bawah kondisi optimal.

Jika dibandingkan tingkat keuntungan pada kondisi aktual dengan kondisi optimal, maka terlihat bahwa keuntungan yang dicapai mengalami peningkatan pada setiap periodenya. Sasaran Keuntungan pada periode I, II dan III tercapai atau tidak, ditunjukkan dengan nilai variabel deviasional bawah (DB). Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.47.

**Tabel 7.47 Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Bawah (DB)
1	I	0,0000
2	II	0,0000
3	III	0,0000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.47 menunjukkan nilai variabel deviasional (DB) bawah sasaran keuntungan sama dengan nol. Hal ini berarti sasaran keuntungan integrasi baik pada periode I, periode II, maupun periode III tercapai.

## 2) **Tingkat Penggunaan Sumber Daya**

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja, dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi dapat dilihat tabel 7.48.

Tabel 7.48 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit (kg)	3,44	0,000
2	Pupuk (kg)	0,37	0,000
3	Obat-obatan (litr)	0,28	0,000
4	Sapi bakalan (ekor)	1,00	0,000
5	Pakan (kg)	4,00	0,000
6	Vitamin dan obat-obatan (litr)	0,36	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada periode berikutnya. Hal ini bertujuan untuk menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi tebu-sapi.

Tabel 7.48 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 1, bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa), sedangkan nilai *slack* yang sama dengan nol menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa).

Pada tabel 7.48, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, maupun vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat proses produksi.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.49.

**Tabel 7.49 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	5,19	0,000000
	Lahan	0,08	0,000000
II	Tenaga kerja	5,19	0,000000
	Lahan	0,08	0,000000
III	Tenaga kerja	5,19	0,000000
	Lahan	0,08	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.49, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II, maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi oleh petani adalah berlebih atau

sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

### 3) Analisis Sensitivitas

Kondisi optimal yang telah dicapai dapat mengalami perubahan apabila terjadi perubahan terhadap nilai-nilai parameter yang terdapat dalam model yang digunakan. Untuk mengetahui perubahan tersebut terhadap kondisi optimal, maka dilakukan analisis sensitivitas yang menghasilkan selang kepekaan.

Selang kepekaan terdiri atas batas minimum dan batas maksimum. Batas minimum menunjukkan batas kenaikan ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable increase*) agar penyelesaian optimal tidak berubah. Batas maksimal menunjukkan batas penurunan nilai ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable decrease*) tanpa mengubah hasil penyelesaian optimal. Jadi, apabila terjadi perubahan nilai ruas kanan yang masih berada dalam selang yang diperbolehkan, maka hasil optimal tidak akan mengalami perubahan atau kondisi optimal tetap stabil.

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 1 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan

sumber daya berlebih. Pengurangan terhadap jumlah sumber daya berlebih sampai batas yang diperbolehkan tidak akan mengubah keuntungan hasil perencanaan yang akan dicapai. Hal ini terjadi karena jumlah dan kombinasi produksi optimal tidak akan berubah. Sebaliknya, penambahan jumlah sumber daya akan merugikan karena menimbulkan biaya penyimpanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.50.

**Tabel 7.50 Selang Kepekaan Sumber daya pada Skenario 1 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
1.	Bibit (ikat)	371	Infinity	4,95 366,05
2.	Pupuk (kg)	304,57	Infinity	0,33 304,26
3.	Obat-obatan (liter)	21,88	0,29 22,17	1,78 20,10
4.	Sapi bakalan (ekor)	7	Infinity	0,20 6
5.	Pakan (kg)	7574,0	Infinity	1,51 7572,49
6.	Vitamin & obat-obatan (ltr)	28,56	Infinity	1,09 27,47
7.	Tenaga kerja (Periode I)	101,19	Infinity	2,44 98,75
8.	Tenaga kerja (Periode II)	101,19	Infinity	2,44 98,76
9.	Tenaga kerja (Periode III)	101,19	Infinity	1,55 99,64
10.	Lahan (Periode I)	0,90	Infinity	0,04 0,86
11.	Lahan (Periode II)	0,90	Infinity	0,04 0,86
12.	Lahan (Periode III)	0,90	0,29 1,19	0,08 0,82

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.50 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya, seperti bibit diperbolehkan sampai batas 366,05 ikat, pupuk dikurangi sampai batas 304,26 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 20,1 liter dan dinaikkan sampai batas 22,17 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 6 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 7572,49 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 27,47 kg. Tenaga

kerja periode I dan periode II dapat dikurangi sampai batas 98,75 HKSP dan tenaga kerja periode III dapat diturunkan sampai batas 99,64. Lahan periode I dan periode II diperbolehkan turun sampai batas 0,86 ha, lahan periode III dikurangi sampai batas 0,82 ha dan dapat dinaikkan sampai batas 1,19 ha.

**b. Skenario 2, Sasaran Biaya Produksi**

**1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Pada skenario 2, tujuannya adalah sasaran biaya produksi. Pada kondisi aktual sistem usaha integrasi tebu-sapi memproduksi tebu, sapi potong, limbah tebu, dan kompos. Solusi optimal dapat dilihat pada tabel 7.51.

**Tabel 7.51 Solusi Optimal Skenario 2 Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 2	%
I	Jagung (kg)	5,700	2,948	-48.28
	Sapi potong (ekor)	2	2	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,050	530	-49.52
	Kompos (kg)	400	252	-37.00
II	Jagung (kg)	5,800	4,423	-23.74
	Sapi potong (ekor)	2	2	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,060	809	-23.68
	Kompos (kg)	500	378	-24.40
III	Jagung (kg)	5,820	5,795	-0.43
	Sapi potong (ekor)	2	2	0.00
	Limbah jagung (kg)	845	1,060	25.44
	Kompos (kg)	1,028	495	-51.85

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.51 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi tebu sebesar 2.948 kg, sapi potong

sebesar 2 ekor, limbah tebu sebesar 530 kg, dan kompos sebesar 252 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 4.423 kg, sapi potong sebesar 2 ekor, limbah tebu sebesar 809 kg, dan kompos sebesar 378 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 5.795 kg, sapi potong sebesar 2 ekor, limbah tebu sebesar 1.060 kg, dan kompos sebesar 495 kg.

Pada periode I menunjukkan sebagian besar tingkat produksi sudah melebihi kondisi optimalnya, kecuali sapi yang memiliki nilai aktual dan optimal yang sama, yaitu 2 ekor. Produksi tebu, limbah tebu dan kompos sudah di atas kondisi optimal di mana produksi aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.700 kg, 1.050 kg dan 400 kg pada kondisi aktual menjadi 2.948 kg, 530 kg dan 252 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 48,28%, 49,52% dan 37%.

Pada periode II, dapat dilihat sebagian besar tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi. Produksi aktual tebu, limbah tebu dan kompos melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.800 kg, 1.060 kg dan 500 kg menjadi 4.423 kg, 809 kg dan 378 kg pada

kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 23,74%, 23,68% dan 24,4%.

Pada periode III, dapat dilihat sebagian tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi dan limbah tebu. Produksi aktual tebu dan kompos melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal, yakni masing-masing 5.820 kg dan 845 kg pada kondisi aktual menjadi 5.795 kg dan 495 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 0,43% dan 51,85%.

Jika dibandingkan dengan kondisi aktual biaya produksi pada sistem integrasi tebu-sapi setiap periodenya berubah-ubah dan di bawah kondisi optimal. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.52.

**Tabel 7.52 Biaya Produksi pada Integrasi Tebu-Sapi pada Skenario 2 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Aktual (Rp)	Skenario II (Rp)
I	31,649,266	20,000,000
II	31,728,459	22,500,000
III	32,282,808	25,000,000
<b>Total</b>	<b>95,660,533</b>	<b>67,500,000</b>

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Biaya produksi merupakan total biaya usaha tani tebu, limbah tebu, usaha ternak sapi, dan kompos. Adapun biaya produksi yang telah digunakan oleh petani pada kondisi aktual pada setiap periode adalah Rp31.649.266, Rp31.728.459, dan Rp32.282.808,

sedangkan biaya produksi yang diperoleh pada kondisi optimal adalah Rp20.000.000, Rp25.000.000 dan Rp30.000.000. Hal ini berarti biaya produksi petani integrasi tebu-sapi di Provinsi Gorontalo masih berada di atas kondisi optimal sehingga petani harus menekan biaya produksi serendah mungkin untuk mencapai kondisi optimal.

Nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran biaya produksi dapat dilihat pada tabel 7.53.

**Tabel 7.53 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.53 menunjukkan sasaran biaya produksi pada periode I, II dan III tercapai karena nilai variabel deviasional (DA) atas sama dengan nol.

## 2) **Tingkat Penggunaan Sumber Daya**

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi pada tabel 7.54.

Tabel 7.54 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit	4,29	0,000
2	Pupuk	0,44	0,000
3	Obat-obatan	0,30	0,000
4	Sapi bakalan	1,00	0,000
5	Pakan	4,54	0,000
6	Vitamin dan obat-obatan	0,43	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada periode berikutnya. Hal ini bertujuan menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi tebu-sapi.

Tabel 7.54 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 2, bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa).

Pada tabel 7.54, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih

besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, maupun vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat proses produksi.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.55.

**Tabel 7.55 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	5,50	0,000000
	Lahan	0,09	0,000000
II	Tenaga kerja	5,50	0,000000
	Lahan	0,09	0,000000
III	Tenaga kerja	5,50	0,000000
	Lahan	0,09	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.55, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II, maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

### 3) Analisis Sensitivitas

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 2 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.56.

**Tabel 7.56 Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 2 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease	
1.	Bibit (ikat)	371	Infinity	3,21	367,79
2.	Pupuk (kg)	304,57	Infinity	0,04	304,53
3.	Obat-obatan (liter)	21,88	Infinity	0,38	21,50
4.	Sapi bakalan (ekor)	7	Infinity	1,54	5
5.	Pakan (kg)	7574,00	Infinity	2,37	7571,63
6.	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	28,56	Infinity	0,19	28,37
7.	Tenaga kerja (Periode I)	101,19	Infinity	5,36	95,83
8.	Tenaga kerja (Periode II)	101,19	Infinity	5,36	95,83
9.	Tenaga kerja (Periode III)	101,19	Infinity	4,93	96,26
10.	Lahan (Periode I)	0,90	Infinity	0,06	0,84
11.	Lahan (Periode II)	0,90	Infinity	0,07	0,83
12.	Lahan (Periode III)	0,90	Infinity	0,07	0,83

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.56 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya, seperti bibit diperbolehkan sampai batas 367,79 ikat, pupuk dikurangi sampai batas 304,53 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 21,5 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 5 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 7571,63 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 28,37 kg. Tenaga kerja periode I dan periode II dikurangi sampai batas 95,83 HKSP dan tenaga kerja periode III dapat dikurangi sampai batas 96,26 HKSP. Lahan periode I diperbolehkan turun

sampai batas 0,84 ha, lahan periode II dan periode III dikurangi sampai batas 0,83 ha.

**c. Skenario 3, Sasaran Risiko Produksi**

**1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Skenario 3 memiliki tujuan sasaran risiko produksi. Pada kondisi aktual sistem usaha integrasi tebu-sapi memproduksi tebu, sapi potong, limbah tebu, dan kompos. Solusi optimal dapat dilihat pada tabel 7.57.

**Tabel 7.57 Solusi Optimal Skenario 3 Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 3	%
I	Jagung (kg)	5,700	2,948	-48.28
	Sapi potong (ekor)	2	2	0.00
	Limbah jagung (kg)	1,050	530	-49.52
	Kompos (kg)	400	252	-37.00
II	Jagung (kg)	5,800	4,423	-23.74
	Sapi potong (ekor)	2	3	50.00
	Limbah jagung (kg)	1,060	809	-23.68
	Kompos (kg)	500	378	-24.40
III	Jagung (kg)	5,820	4,420	-24.05
	Sapi potong (ekor)	2	3	50.00
	Limbah jagung (kg)	845	810	-4.14
	Kompos (kg)	1,028	380	-63.04

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.57 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi, maka pada periode I kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi tebu sebesar 2.948 kg, sapi potong sebesar 2 ekor, limbah tebu sebesar 530 kg, dan kompos sebesar 252 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 4.423 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah tebu sebesar 809 kg, dan kompos

sebesar 378 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 4.420 kg, sapi potong sebesar 3 ekor, limbah tebu sebesar 810 kg, dan kompos sebesar 380 kg.

Tabel 7.57 pada periode I menunjukkan seluruh tingkat produksi sudah melebihi kondisi optimalnya kecuali sapi. Produksi tebu, limbah tebu dan kompos sudah di atas kondisi optimal di mana produksi aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.700 kg, 1.050 kg dan 400 kg pada kondisi aktual menjadi 2.948 kg, 2 ekor, 530 kg dan 252 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 48,28%, 49,52% dan 37%.

Pada periode II, dapat dilihat seluruh tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi. Produksi aktual tebu, limbah tebu dan kompos melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.800 kg, 1.060 kg dan 500 kg pada kondisi aktual menjadi 4.420 kg, 810 kg dan 380 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 23,79%, 33,02% dan 24%.

Pada periode III, dapat dilihat seluruh tingkat produksi sudah berada di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi. Produksi aktual tebu,

limbah tebu dan kompos melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal yakni masing-masing 5.820 kg, 845 kg dan 840 kg pada kondisi aktual menjadi sebesar 4.423 kg, 809 kg dan 378 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 23,74%, 23,68% dan 24,4%.

Jika dibandingkan dengan kondisi aktual, risiko produksi pada sistem integrasi tebu-sapi setiap periodenya terjadinya penurunan yang disebabkan adanya gangguan hama dan penyakit, banjir, tanah longsor, menyebabkan petani gagal panen. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.58.

**Tabel 7.58 Risiko Produksi pada Integrasi Tebu-Sapi Skenario 3 Optimalisasi dan Kondisi Aktual di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Aktual (Rp)	Skenario III (Rp)
I	0,505	0,40
II	0,405	0,30
III	0,330	0,20

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Risiko produksi pada sistem integrasi tebu-sapi pada kondisi aktual pada periode I adalah 0,51 dengan kondisi optimal adalah 0,4, periode II 0,41 pada kondisi aktual dan 0,3 pada kondisi optimal, serta pada periode III 0,33 di kondisi aktual dan 0,2 pada kondisi optimal. Hal ini berarti biaya risiko petani integrasi tebu-sapi di Provinsi Gorontalo masih di atas kondisi optimal. Oleh karena itu, harus

diturunkan agar sesuai dengan kondisi optimal. Sementara itu, nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran biaya dan risiko produksi dapat dilihat pada tabel 7.59.

**Tabel 7.59 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Risiko Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.59 menunjukkan sasaran risiko produksi pada periode I, II dan III tercapai karena nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran risiko produksi sama dengan dari nol.

## 2) Tingkat Penggunaan Sumber Daya

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi dilihat pada tabel 7.60.

**Tabel 7.60 Nilai Slack dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sarana Produksi	Slack	Dual
1	Bibit	4,05	0,000000
2	Pupuk	0,45	0,000000
3	Obat-obatan	0,31	0,000000
4	Sapi bakalan	1,00	0,000000
5	Pakan	4,50	0,000000
6	Vitamin dan obat-obatan	0,40	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.60 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 3, bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa).

Pada tabel 7.60, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, serta vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

Sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, maupun vitamin dan obat-obatan pada skenario 3 berada di bawah kondisi optimal sama halnya dengan skenario 1 di mana nilai kondisi optimal sama dengan nilai kondisi optimal di skenario 1.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.61.

Tabel 7.61 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga kerja	5,40	0,000000
	Lahan	0,06	0,000000
II	Tenaga kerja	5,40	0,000000
	Lahan	0,06	0,000000
III	Tenaga kerja	5,40	0,000000
	Lahan	0,06	0,000000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.61, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, II, maupun III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

### 3) Analisis Sensitivitas

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 3 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.62.

**Tabel 7.62 Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 3 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
1.	Bibit (ikat)	371	Infinity	3.33 367,67
2.	Pupuk (kg)	304,57	Infinity	0.06 304,51
3.	Obat-obatan (liter)	21,88	Infinity	0.4 21,48
4.	Sapi bakalan (ekor)	7	Infinity	2 5
5.	Pakan (kg)	7574,00	Infinity	2.4 7571,6
6.	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	28,56	Infinity	0.23 28,33
7.	Tenaga kerja (Periode I)	101,19	Infinity	5.4 95,79
8.	Tenaga kerja (Periode II)	101,19	Infinity	5.4 95,79
9.	Tenaga kerja (Periode III)	101,19	Infinity	5.03 96,16
10.	Lahan (Periode I)	0,90	Infinity	0.07 0,83
11.	Lahan (Periode II)	0,90	Infinity	0.08 0,82
12.	Lahan (Periode III)	0,90	Infinity	0.08 0,82

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.62 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya seperti bibit diperbolehkan sampai batas 367,67 ikat, pupuk dikurangi sampai batas 304,51 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 21,48 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 5 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 7571,6 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 28,33 kg. Tenaga kerja periode I dan periode II dikurangi sampai batas 95,79 HKSP, sedangkan tenaga kerja periode III dapat dikurangi sampai batas 96,16 HKSP. Lahan periode I diperbolehkan turun sampai batas 0,83 ha, lahan periode II, periode III dikurangi sampai batas 0,82 ha.

**d. Skenario 4, Sasaran Keuntungan, Biaya, dan Risiko Produksi**

**1) Tingkat Kegiatan Optimal**

Skenario 4 berbeda dengan skenario lainnya di mana setiap skenario memiliki prioritas sasaran yang akan dicapai. Pada skenario 4, tidak ada prioritas di antara sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi. Skenario 4 memiliki tujuan seluruh sasaran yaitu sasaran keuntungan, sasaran biaya dan sasaran risiko produksi. Pada kondisi aktual sistem usaha integrasi tebu-sapi memproduksi tebu, sapi potong, limbah tebu dan kompos di mana solusi optimal dapat dilihat pada tabel 7.63.

**Tabel 7.63 Solusi Optimal Skenario 4 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Komoditi	Aktual	Skenario 4	%
I	Jagung (kg)	5,700	4,345	-23.77
	Sapi potong (ekor)	2	3	50.00
	Limbah jagung (kg)	1,050	795	-24.29
	Kompos (kg)	400	371	-7.25
II	Jagung (kg)	5,800	5,793	-0.12
	Sapi potong (ekor)	2	4	100.00
	Limbah jagung (kg)	1,060	1,060	0.00
	Kompos (kg)	500	495	-1.00
III	Jagung (kg)	5,820	7,241	24.42
	Sapi potong (ekor)	2	5	150.00
	Limbah jagung (kg)	845	1,324	56.69
	Kompos (kg)	1,028	618	-39.88

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.63 menunjukkan untuk mencapai optimalisasi produksi pada skenario 4 periode I, kombinasi produksi yang optimal adalah jika produksi tebu sebesar 4.345 kg, sapi potong

sebesar 3 ekor, limbah tebu sebesar 795 kg dan kompos sebesar 371 kg. Pada periode II, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 5.793 kg, sapi potong sebesar 4 ekor, limbah tebu sebesar 1.060 kg, dan kompos sebesar 495 kg. Pada periode III, kombinasi produksi yang optimal adalah tebu sebesar 7.241 kg, sapi potong sebesar 5 ekor, limbah tebu sebesar 1.324 kg, dan kompos sebesar 618 kg.

Tabel 7.63 pada periode I menunjukkan sebagian besar tingkat produksi di atas kondisi optimalnya, kecuali sapi. Produksi tebu, limbah tebu dan kompos sudah di atas kondisi optimal di mana produksi aktualnya melebihi tingkat produksi pada kondisi optimal, yakni masing-masing 5.700 kg, 1.050 kg dan 400 kg pada kondisi aktual menjadi 4.345 kg, 795 kg dan 371 kg pada kondisi optimalnya atau menurun masing-masing sebesar 23,77; 24,29% dan 7,25%.

Pada periode II, dapat dilihat secara sebagian besar tingkat produksi di atas dengan kondisi optimalnya, kecuali sapi yang berada di bawah kondisi optimal dan limbah tebu yang sama dengan kondisi optimalnya. Limbah tebu sama dengan kondisi optimalnya, yaitu 1.060 kg. Produksi aktual tebu di atas tingkat produksi pada kondisi optimal yakni

5.800 kg pada kondisi aktual menjadi 5.793 kg pada kondisi optimalnya atau menurun 0,12 persen. Kondisi aktual produksi kompos yaitu 500 kg menjadi 495 kg pada kondisi optimal atau menurun 1%.

Pada periode III, terlihat secara keseluruhan tingkat produksi masih di bawah kondisi optimalnya, kecuali kompos di mana kondisi aktualnya sebesar 1.028 kg dan kondisi optimalnya sebesar 618 kg atau menurun sebesar 39,88%.

Pada skenario 4, tingkat keuntungan yang diterima oleh petani, biaya dan risiko setiap periodenya berubah-ubah dan masih berada di bawah kondisi optimal, sama halnya dengan skenario 1, 2 dan 3.

Jika dibandingkan tingkat keuntungan pada kondisi aktual dengan kondisi optimal, maka terlihat bahwa keuntungan yang dicapai mengalami peningkatan pada setiap periodenya. Sasaran keuntungan pada periode I, II, dan III tercapai atau tidak, ditunjukkan dengan nilai variabel deviasional bawah (DB). Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.64.

**Tabel 7.64 Nilai Variabel Deviasional Bawah Sasaran Keuntungan Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Bawah (DB)
1	I	0,000
2	II	0,000
3	III	0,000

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.64 menunjukkan pada periode I dan periode II nilai variabel deviasional bawah (DB) sasaran keuntungan sama dengan nol. Hal ini berarti sasaran keuntungan integrasi pada periode I dan periode II tercapai, sedangkan sasaran keuntungan pada periode III tidak tercapai karena nilai variabel deviasional Bawah (DB) lebih besar dari nol dengan penyimpangan negatif sebesar Rp10.775,66.

Sementara itu, nilai variabel deviasional (DA) atas sasaran biaya dan risiko produksi pada tabel 7.65.

**Tabel 7.65 Nilai Variabel Deviasional Atas Sasaran Biaya, dan Risiko Produksi sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Periode	Variabel Deviasional Atas (DA)
<b>Biaya Produksi</b>		
1	I	8.347.655
2	II	5.360.109
3	III	1.171.101
<b>Risiko Produksi</b>		
1	I	0,02
2	II	0,03
3	III	0,11

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.65 menunjukkan nilai variabel deviasional atas (DA) sasaran biaya produksi lebih besar dari nol pada periode I, periode II dan periode III. Hal ini berarti sasaran biaya produksi pada periode I tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp8.347.655.

Begitu juga pada periode II, sasaran biaya produksi tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp5.360.109. Sasaran biaya produksi pada periode III pun tidak tercapai dengan penyimpangan positif sebesar Rp1.171.101.

Tabel 65 juga menunjukkan nilai variabel deviasional atas (DA) sasaran risiko produksi lebih besar dari nol baik pada periode I, periode II, maupun periode III walaupun nilainya tidak terlalu besar. Hal ini berarti sasaran risiko produksi baik periode I, periode II, maupun periode III tidak tercapai di mana penyimpangan positif sebesar 0,02 pada periode I, 0,03 pada periode II, dan 0,11 pada periode III.

## 2) Tingkat Penggunaan Sumber Daya

Perbedaan produksi aktual dengan produksi optimal akan berpengaruh terhadap jumlah penggunaan sarana produksi, tenaga kerja dan luas lahan. Besarnya penggunaan sarana produksi pada tabel 7.66.

Tabel 7.66 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Sarana Produksi pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.

No.	Sarana Produksi	<i>Slack</i>	Dual
1	Bibit (kg)	4,25	0,00
2	Pupuk (kg)	0,50	0,00
3	Obat-obatan (ltr)	0,40	0,00
4	Sapi bakalan (ekor)	1,00	0,00
5	Pakan (kg)	4,80	0,00
6	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	0,45	0,00

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada setiap periode, petani berusaha menyediakan sarana produksi dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan usaha tani dan sebagai persediaan pada periode berikutnya. Hal ini bertujuan menjamin kelancaran proses produksi pada sistem integrasi tebu-sapi.

Tabel 7.66 menunjukkan hasil optimalisasi skenario 4, bahwa ketersediaan sarana produksi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slack*-nya yang lebih besar dari nol. Nilai *slack* yang lebih besar dari nol menunjukkan jumlah sumber daya yang tidak digunakan dalam proses produksi (sumber daya sisa), sedangkan nilai *slack* yang sama dengan nol menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa).

Pada tabel 7.66, terlihat bahwa sarana produksi pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol yang berarti sarana produksi baik bibit, pupuk, obat-obatan, sapi bakalan, pakan, serta vitamin dan obat-obatan bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

Nilai *slack* dan dual dari penggunaan tenaga kerja dan luas lahan dapat dilihat pada tabel 7.67.

**Tabel 7.67 Nilai *Slack* dan Dual Penggunaan Tenaga Kerja dan Lahan pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

Periode	Sumber Daya	<i>Slack</i>	Dual
I	Tenaga Kerja	5,64	0,000000
	Lahan	0,05	0,000000
II	Tenaga kerja	5,64	0,000000
	Lahan	0,05	0,000000
III	Tenaga kerja	5,64	0,000000
	Lahan	0,00	14.504.350

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Pada tabel 7.67, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi merupakan sumber daya yang berlebih atau masih ada sisa karena nilai *slack*-nya lebih besar dari nol. Hal ini terjadi baik pada periode I, periode II, maupun periode III yang berarti ketersediaan tenaga kerja dan lahan pada sistem integrasi tebu-sapi oleh petani adalah berlebih atau sumber daya tersebut bukan merupakan penghambat dalam proses produksi.

Sementara itu, lahan pada periode III merupakan sumber daya langka atau kendala aktif karena memiliki nilai *slack* sama dengan nol menunjukkan sumber daya tersebut telah digunakan sepenuhnya (tidak ada sisa). Setiap sumber daya langka mempunyai nilai dual

yang lebih besar dari nol. Hal ini berarti setiap perubahan satu satuan sumber daya akan menyebabkan perubahan nilai tujuan sebesar nilai dualnya. Seperti nilai dual lahan pada periode III sebesar 14.504.350, berarti setiap penambahan satu hektar lahan maka keuntungan meningkat sebesar 14.504.350.

### 3) Analisis Sensitivitas

Kondisi optimal yang telah dicapai dapat mengalami perubahan apabila terjadi perubahan terhadap nilai-nilai parameter yang terdapat dalam model yang digunakan. Untuk mengetahui perubahan tersebut terhadap kondisi optimal, maka dilakukan analisis sensitivitas yang menghasilkan selang kepekaan.

Selang kepekaan terdiri atas batas minimum dan batas maksimum. Batas minimum menunjukkan batas kenaikan ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable increase*) agar penyelesaian optimal tidak berubah, sedangkan batas maksimal menunjukkan batas penurunan nilai ruas kanan kendala yang diperbolehkan (*allowable decrease*) tanpa merubah hasil penyelesaian optimal. Jadi, apabila terjadi perubahan nilai ruas kanan yang masih berada dalam selang yang diperbolehkan, maka hasil optimal tidak akan

mengalami perubahan atau kondisi optimal tetap stabil.

Analisis kepekaan pada pengolahan data dengan menggunakan model optimalisasi skenario 4 menunjukkan bahwa sarana produksi, tenaga kerja dan lahan merupakan sumber daya berlebih. Pengurangan terhadap jumlah sumber daya berlebih sampai batas yang diperbolehkan tidak akan merubah keuntungan hasil perencanaan yang akan dicapai. Hal ini terjadi karena jumlah dan kombinasi produksi optimal tidak akan berubah. Sebaliknya, penambahan jumlah sumber daya akan merugikan karena menimbulkan biaya penyimpanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7.68.

**Tabel 7.68 Selang Kepekaan Sumber Daya pada Skenario 4 pada Sistem Integrasi Tebu-Sapi di Provinsi Gorontalo, 2018.**

No.	Sumber daya	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
1.	Bibit (ikat)	371	Infinity	3,50 367,5
2.	Pupuk (kg)	304,57	Infinity	0,08 304,49
3.	Obat-obatan (liter)	21,88	Infinity	0,06 21,82
4.	Sapi bakalan (ekor)	7	Infinity	2 5
5.	Pakan (kg)	7574,00	Infinity	2,6 7571,4
6.	Vitamin dan obat-obatan (ltr)	28,56	Infinity	0,25 28,31
7.	Tenaga kerja (Periode I)	101,19	Infinity	5,60 95,59
8.	Tenaga kerja (Periode II)	101,19	Infinity	5,60 95,59
9.	Tenaga kerja (Periode III)	101,19	Infinity	5,40 95,79
10.	Lahan (Periode I)	0,90	Infinity	0,08 0,82
11.	Lahan (Periode II)	0,90	Infinity	0,08 0,82
12.	Lahan (Periode III)	0,90	1,29 2,19	0,09 0,81

Sumber: Analisis Data Primer, 2018.

Tabel 7.68 menunjukkan bahwa pengurangan sumber daya seperti bibit diperbolehkan sampai batas 367,50 ikat, pupuk dikurangi

sampai batas 304,49 kg, obat-obatan dikurangi sampai batas 21,82 liter, sapi bakalan dapat diturunkan sampai batas 5 ekor, pakan dapat diturunkan menjadi 7571,4 kg, vitamin dan obat-obatan diturunkan sampai batas 28,31 kg.

Tenaga kerja periode I dan periode II dikurangi sampai batas 95,59 HKSP, sedangkan tenaga (III) dapat dikurangi sampai batas 95,79 HKSP. Lahan periode I dan periode II diperbolehkan turun sampai batas 0,82 ha, sedangkan lahan periode III dikurangi sampai batas 0,81 ha dan dapat ditingkatkan sampai batas 2,19 ha.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dilihat bahwa integrasi optimal tebu-sapi potong mampu mencapai sasaran meningkatkan keuntungan, menurunkan biaya produksi dan risiko produksi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tangahu dkk. (2018), bahwa keuntungan dari petani yang menerapkan sistem integrasi tebu-sapi lebih tinggi daripada petani yang tidak menerapkan sistem integrasi tebu-sapi meskipun perbedaan keuntungan tersebut tidak signifikan di mana keuntungan pada sistem integrasi tebu-sapi potong mencapai Rp40.252.000 dibanding nonintegrasi yang hanya Rp35.400.000.

Sementara itu, keuntungan usaha ternak sapi potong nonintegrasi menurut hasil penelitian Hastang dan Asnawi (2014), yaitu keuntungan yang diperoleh

peternak sapi potong berbasis peternakan rakyat di Kabupaten Bone pada skala pemeliharaan rata-rata 5,6 ekor adalah Rp2.663.519/peternak/tahun atau Rp474.291/ekor/tahun. Usaha tersebut layak dijalankan yang dilihat dari nilai *R/C ratio* adalah  $1,11 > 1$ .

Sejalan pula dengan penelitian sebelumnya tentang integrasi tanaman-ternak yang menjelaskan bahwa pelaksanaan sistem integrasi tersebut dapat membantu petani untuk meningkatkan keuntungannya (Asmara 2002; Howara 2004; Elly dkk., 2008). Didukung pula oleh penelitian Imran dkk. (2018), bahwa kelompok petani tanaman-ternak lebih tinggi keuntungan usaha tani dibandingkan dengan keuntungan kelompok petani nonintegrasi. Hal ini disebabkan karena penerimaan jumlah produksi kelompok petani integrasi meningkat 22% dibanding kelompok petani nonintegrasi dikarenakan dampak pemupukan di mana petani integrasi menggunakan pupuk organik dari kotoran sapi.

Gil, Garrett, dan Berger (2016) & Gil, Siebold, dan Berger (2015) menambahkan bahwa *integrated* sistem tanaman-ternak terpadu dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah yang meningkatkan produksi pertanian. Sementara itu, penggunaan biaya pupuk anorganik kelompok petani integrasi lebih rendah (menurun 30%) dibanding kelompok petani nonintegrasi yang tidak menggunakan pupuk organik dari sapi.

Selanjutnya, Siahaan (2018) menambahkan bahwa faktor lain yang menyebabkan terjadinya perbedaan komponen biaya produksi usaha tani organik dengan nonorganik terdapat pada jenis pupuk dan obat-obatan yang digunakan. Pada usaha tani nonorganik, para petani menggunakan pupuk kimia, seperti urea, SP-36, *phonska*, KCl, ZA dan TSP, serta obat-obatan kimia yang harganya relatif tinggi. Biaya rata-rata pupuk dan obat-obatan kimia yang dikeluarkan oleh petani nonorganik per satu musim tanam adalah sebesar 13,09% dan 3,9% dari total biaya rata-rata sebesar Rp12.613.482. Dengan kata lain, jumlah biaya rata-rata yang harus dikeluarkan petani nonorganik dalam penyediaan pupuk dan obat-obatan kimia per satu musim tanam adalah sebesar 17,00% dari total biaya rata-rata secara keseluruhan untuk per 1 ha.

Sementara itu, pada usaha tani organik tidak ada komponen biaya rata-rata pupuk dan obat-obatan kimia. Ini disebabkan para petani padi organik sudah menggunakan pupuk serta obat-obatan organik, mulai dari awal hingga akhir musim tanam di mana biaya rata-rata pupuk dan obat-obatan organik yang dikeluarkan per satu musim tanam adalah sebesar 14,87% dan 3,33% dari total biaya rata-rata sebesar Rp9.591.738. Dengan kata lain, jumlah biaya rata-rata yang harus dikeluarkan petani organik dalam penyediaan pupuk serta obat-obatan per satu musim tanam yakni sebesar 18,2% dari total biaya rata-rata secara keseluruhan.

Begitu pula dengan risiko produksi pada integrasi optimal tebu-sapi potong yang cenderung menurun dari sedang ke rendah. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Altaf dan Shah (2015) yang menjelaskan bahwa diversifikasi produk tidak dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan jika berjalan masing-masing. Sebaliknya, mereka harus diterapkan secara bersamaan agar dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan. Rugman (2015) dalam penelitiannya menemukan bahwa diversifikasi usaha dapat mengurangi risiko investasi perusahaan.

Menurut Satoto dkk. (2013), beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi senjang hasil antar-musim atau periode antara lain mengetahui prevalensi serangan hama/penyakit, memetakan varietas spesifik, serta menerapkan teknik budi daya spesifik baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Misalnya, rekomendasi pemupukan, jarak tanam, pengairan, dan pengelolaan hama/penyakit tanaman.

Berdasarkan status kepemilikan lahan, terlihat bahwa status lahan usaha tani padi sawah dengan status lahan bukan milik memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan usaha tani pada lahan milik sendiri. Di samping mengusahakan lahan milik sendiri, sepanjang modal produksi dan penawaran lahan sewa tersedia, petani juga umumnya menyewa lahan usaha tani. Menurut Saptana, dkk. (2010), hal ini merupakan salah satu strategi

pengendalian risiko karena melalui diversifikasi hamparan, petani juga dapat mengurangi kovariansi hamparan hasil dan variabilitas produksi agregat. Demikian juga jika secara spasial lokasi hamparan tersebut tersebar, variabilitas produksi agregat yang diakibatkan oleh dampak spesifik lokasi (misalnya serangan OPT dan kekeringan setempat) dapat diminimalisasi.

Dengan demikian, dapat dilihat bahwa integrasi optimal tebu-sapi potong skenario 1 dengan sasaran keuntungan secara keseluruhan produksi optimal di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya produksi (sarana produksi, lahan dan tenaga kerja) secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal.

Selanjutnya, skenario 2 dengan sasaran biaya produksi. Secara keseluruhan, produksi optimal pada kondisi aktual di atas dari produksi pada kondisi optimal. Artinya, penggunaan sumber daya input produksi sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input seperti bibit, pupuk obat-obatan, lahan, dan tenaga kerja.

Skenario 3 dengan sasaran risiko produksi. Secara keseluruhan, produksi optimal sapi di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya input produksi (sapi bakalan, pakan, vitamin dan obat-obatan) secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan

batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal. Sementara itu, tebu dan limbah tebu, serta kompos secara keseluruhan produksi kondisi aktual di atas kondisi optimal. Artinya, penggunaan sumber daya input produksi sudah tepat sehingga tidak perlu menambah lagi pemakaian input seperti bibit, pupuk, obat-obatan, lahan, dan tenaga kerja.

Skenario 4 dengan sasaran keuntungan, biaya dan risiko produksi. Secara keseluruhan, produksi optimal di atas kondisi aktual. Artinya, untuk mencapai kondisi optimal, petani sebaiknya menggunakan sumber daya produksi secara tepat sesuai dengan batas maksimal dan batas minimal penggunaan sumber daya produksi optimal. Skenario 4 ini adalah skenario yang terbaik karena semua sasaran yang diinginkan petani integrasi tebu-sapi potong, baik keuntungan, biaya produksi, maupun risiko produksi dapat dicapai pada skenario 4.



## Daftar Pustaka

- Amir, P., & H. C., Knipscheer. (2004). *Conducting On-farm Animal Research: Procedures and Economic Analysis*. Winrock International Institute for Agricultural Development and International Development Research Center. Singapore: National Printers Limited. 244.
- Asmara, A. (2002). *Optimalisasi Pola Usahatani Tanaman Pangan pada Lahan Sawah dan Ternak Domba di Kecamatan Sukahaji, Majalengka*. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bappeda Provinsi Gorontalo. (2015). *LKPJ-Gubernur Gorontalo 5 Tahunan*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Gorontalo.
- Bulu, Yohanes, G., K. Puspadi, A. Muzini, dan Tanda S. Panjaitan. (2004). *Pendekatan Sosial Budaya dalam Pengembangan Sistem Usahatani-Ternak di Lombok, Nusa Tenggara Barat*. Prosiding Lokakarya Sistem dan Kelembagaan Usaha tani Tanaman-Ternak. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Devendra, C. (2009). *Sustainable Animal Production from Small Farm Systems in South-East Asia*. FAO Animal Production and Health Paper 106. FAO Rome. 143 p.
- Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia. (2010). *Pedoman Teknis Pengembangan Integrasi Ternak Sapi dan Tanaman*. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan Departemen Pertanian. (2012). *Pedoman Teknis Integrasi Ternak Ruminansia-Tanaman*. Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia Direktorat Jenderal Peternakan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Dixon, J., A. Gulliver., & D. Gibbon. (2001). *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*. FAO and World Bank, Rome and Washington D.C.
- FAO. (2001). "Mixed Crop-Livestock Farming. A Review of Traditional Technologies based on Literature and Field Experience". *FAO Animal Production and Health Papers no. 152*. Rome: FAO,.
- Gil, J. D. B., R. Garrett, & T. Berger. (2016). "Determinants of Crop-Livestock Integration in Brazil: Evidence from The Household and Regional Levels". *Land Use Policy Journal*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>.
- Gil, J., M. Siebold, dan T. Berger. (2015). "Adoption and Development of Integrated Crop-Livestock-Forestry Systems in Mato Grosso, Brazil".

- Agriculture, Ecosystems and Environment Journal*.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.008>.
- Handayani, S. (2009). "Model Integrasi Tanaman-Ternak di Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah: Pendekatan Optimalisasi Program Linier". *Tesis Magister Sains*. Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hastang dan Asnawi, A. (2014). "Analisis Keuntungan Peternak Sapi Potong Berbasis Peternakan Rakyat di Kabupaten Bone". *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 1 (1): 240-252.
- Herrero, M., E. Estrada, P.K. Thornton, C. Quiro's, M.M. Waithaka, R. Ruiz, dan G. Hoogenboom. (2007). "Impact: Generic Household-Level Databases and Diagnostics Tools for Integrated Crop-Livestock Systems Analysis". *Agricultural Systems Journal* 92 (2007) 240-265.
- Howara, D. (2004). "Optimalisasi Pengembangan Usahatani Tanaman Padi dan Ternak secara Terpadu di Kabupaten Majalengka". *Tesis Magister Sains*. Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Imran, S., A.R. Siregar, D. Rukmana, dan S. Nampo. (2018). "Characteristics of Corn Farming Income with Integration System (Corn-Cattle) and Non-Integration in Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia". *International Journal of Information Research and Review Vol. 05, Issue, 11, pp. 5868-5872*.
- Imran, S. (2019). "Optimalisasi Produksi pada Sistem Integrasi Jagung-Sapi Potong dan Tebu-Sapi Potong dengan Model Goal Programming di Provinsi Gorontalo". *Disertasi*. Program Studi S3 Ilmu Pertanian. Sekolah Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Jhingan, M. L. (2000). *Ekonomi Pembangunan dan Perencanaan*. Penerjemah: D. Guritno. Edisi Pertama. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Kariyasa, K. (2003). "Hasil Laporan pra Survei Kelembagaan Usaha Tanaman-Ternak Terpadu dalam Sistem dan Usaha Agribisnis". Jakarta: Proyek PAATP, Departemen Pertanian.
- Kariyasa, K. (2005). "Sistem Integrasi Tanaman-Ternak dalam Perspektif Reorientasi Kebijakan Subsidi Pupuk dan Peningkatan Pendapatan Petani". *Analisis Kebijakan Pertanian*, 3(1): 68-80.
- Langham, M. R. (2000). *An Introduction to Economic Principles of Production*. Singapore: Singapore University Press.
- Lisson, S, M. Macleod, C. McDonald, J. Corfield, B. Pengelly, L. Wirajaswadi, R. Rahman, S. Bahar, R. Padjung, N. Razak, K.

- Puspadi, Dahlanuddin, Y. Sutaryono, S. Saenong, T. Panjaitan, L. Hadiawati, A. Ash, dan L. Brennan. (2010). "A Participatory, Farming Systems Approach to Improving Bali Cattle Production in The Smallholder Crop-Livestock Systems of Eastern Indonesia". *Agricultural Systems Journal* (2010), doi: 10.1016/j.agsy.2010.05.002.
- Liu, X, H. Lehtonen, T. Purola, Y. Pavlova, R. Rotter, dan T. Palosuo, (2016). "Dynamic Economic Modelling of Crop with Farm Management Practices under Future Pest Pressure". *Agricultural Systems Journal*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.003>.
- Nasendi, B. D., dan A. Anwar. (2004). *Program Linear dan Variasinya*. Jakarta: PT Gramedia.
- Prawiradiputra, B. R. (2009). "Masih Adakah Peluang Pengembangan Integrasi Tanaman dengan Ternak di Indonesia". *Wartazoa*, 19 (3): 143-149.
- Rahim. A., & D. R. W., Hastuti. (2007). *Ekonomi Pertanian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Reijntjes, C., B. Haverkort, & A. Waters-Bayer. (2005). *Pertanian Masa Depan, Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Daerah*. Terjemahan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Robison, L. J., dan P. J. Barry. (2001). *The Competitive Firm's Response to Risk*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Semaoen, I. (2001). *Ekonomi Produksi Pertanian*. Jakarta: Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia.
- Sihaloho, M. (2004). *Konversi Lahan Pertanian dan Perubahan Struktur Agraria*. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Siswanto. (2007). *Operations Research Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Soedjana, T. D. (2007). "Sistem Usahatani Terintegrasi Tanaman-Ternak sebagai Respons Petani terhadap Faktor Risiko". *Jurnal Litbang Pertanian*, 26 (2): 82-87.
- Soekarwati. (2002). *Analisi Usaha Tani*. Jakarta: UI-Press.
- Sudaratmadja, I. G. A. K., N. Suyasa, & I. G. K Dana Arsana. (2004). "Subak dalam Perspektif Sistem Integrasi Padi-Ternak di Bali". *Prosiding Lokakarya Sistem dan Kelembagaan Usaha tani Tanaman-Ternak*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Suharto. (2000). "Konsep Pertanian Terpadu (Integrated Farming Systems) Mewujudkan Keberhasilan dengan Kemandirian". *Prosiding Revitalisasi Keterpaduan Usaha Ternak dalam Sistem Usaha Tani*. Solo, 6 Maret 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Stark, F., A. Fanchone, I. Semjen, C.H. Moulin, dan H. Archimede. (2016). "Crop-Livestock Integration, from Single Practice to Global

- Functioning in The Tropics: Case studies in Guadeloupe*". *European Journal of Agronomy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.06.004>.
- Suwono, M., M. A. Yusron dan F. Kasiyadi. (2004). *Penggunaan Pupuk Organik dalam Sistem Integrasi Tanaman-Ternak di Jawa Timur. Prosiding Lokakarya Sistem dan Kelembagaan Usaha tani Tanaman-Ternak*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Taha, H. A. (2005). *Operation Research an Introduction*. Edisi 4. New York: Macmillan Publishing Company.
- Zubair, A. (2014.) "Pengkajian Pengembangan Inovasi Sistem Integrasi Jagung dan Ternak Sapi dengan Model Demplot dan Temu Lapang untuk Peningkatan Produksi Jagung (>20%) dan Daging Sapi (>20%) pada 3 Kabupaten di Gorontalo". <http://km.ristek.go.id/index.php/klasifikasi/detail/20810>.

## Profil Penulis

Supriyo Imran, dilahirkan di Limboto Kabupaten Gorontalo, Provinsi Sulawesi Utara pada tanggal 30 September 1975. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dasar dan menengah di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Setelah tamat dari SMA 3 Manado pada tahun 1994, penulis diterima di jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin (UNHAS), Ujung Pandang, Provinsi Sulawesi Selatan melalui jalur PMDK atau Jalur Pemanduan Potensi Belajar (JPPB) dan memperoleh gelar sarjana pada tahun 1998. Penulis kemudian melanjutkan ke jenjang strata dua ke program studi Magister Agribisnis di Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 2003 dan tamat pada tahun 2005. Tahun 2015, penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan doktor pada program studi Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan mendapat gelar Doktor pada Ilmu Pertanian pada tahun 2019.

Penulis aktif sebagai peneliti dan dosen tetap pada Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo sejak 2003 sampai sekarang dengan jabatan fungsional Lektor Kepala. Mata kuliah yang diampu antara lain Ekonomi Pertanian, Ekonomi Mikro, Metode Statistika, Ilmu Usaha Tani dan Kelayakan Investasi Agribisnis. Buku ajar/referensi yang telah ditulis adalah Ekonomi Pertanian, Ekonomi Mikro, Ilmu Usahatani dan Tataniaga Pertanian (2011), Ringkasan Kumpulan Mazhab Teori Sosial (2016). Beberapa artikel telah ditulisnya pada jurnal nasional maupun internasional bereputasi terindeks *Scopus*.



## Lampiran

### Hasil Analisis *Goal Programming* dengan Menggunakan *Software Lingo* pada Optimalisasi Produksi Sistem Integrasi Jagung-Sapi dan Tebu-Sapi dengan Skenario 4

MODEL:

TITLE:SKENARIO 4 DENGAN SASARAN KEUNTUNGAN, BIAYA PRODUKSI DAN RISIKO PRODUKSI; PADA SISTEM INTEGRASI JAGUNG - SAPI POTONG

!FUNGSI TUJUAN;

MIN=(DB1+DB2+DB3)+(DA4+DA5+DA6)+(DA7+DA8+DA9);

!KENDALA;

!SASARAN KEUNTUNGAN INTEGRASI JAGUNG-SAPI POTONG;

1044.6\*X11+6185.53\*X21+460\*X31+910.381\*X41+DB1-DA1=27000;

9893.8\*X12+4794.74\*X22+458.5\*X32+940.1\*X42+DB2-DA2=25000;

1117.2\*X13+7286.5\*X23+467.4\*X33+1545.3\*X43+DB3-DA3=30000;

!SASARAN BIAYA PRODUKSI INTEGRASI JAGUNG-SAPI POTONG;

5532\*X11+42760\*X21+50\*X31+249\*X41+DB4-DA4=40000;

5532\*X12+42572\*X22+50\*X32+209\*X42+DB5-DA5=35000;

5532\*X13+43324\*X23+50\*X33+473\*X43+DB6-DA6=45000;

!SASARAN RISIKO PRODUKSI INTEGRASI JAGUNG-SAPI POTONG;

0.65\*X11+0.54\*X21+0.66\*X31+0.41\*X41+DB7-DA7=0.40;

0.65\*X12+0.66\*X22+0.66\*X32+0.66\*X42+DB8-DA8=0.50;

0.65\*X13+0.46\*X23+0.66\*X33+0.41\*X43+DB9-DA9=0.30;

!HUBUNGAN JAGUNG DAN LIMBAH JAGUNG;

0.2084\*X11-X31>=0;

0.2084\*X12-X32>=0;

$$0.2084 * X_{13} - X_{33} \geq 0;$$

!HUBUNGAN LIMBAH JAGUNG DAN SAPI;

$$6.858 * X_{31} - X_{21} \geq 0;$$

$$6.858 * X_{32} - X_{22} \geq 0;$$

$$6.858 * X_{33} - X_{23} \geq 0;$$

!HUBUNGAN SAPI DAN KOMPOS;

$$0.29 * X_{21} - X_{41} \geq 0;$$

$$0.29 * X_{22} - X_{42} \geq 0;$$

$$0.29 * X_{23} - X_{43} \geq 0;$$

!HUBUNGAN KOMPOS DAN JAGUNG;

$$2.4131 * X_{41} - X_{11} \geq 0;$$

$$2.4132 * X_{42} - X_{12} \geq 0;$$

$$2.4133 * X_{43} - X_{13} \geq 0;$$

!KENDALA SARANA PRODUKSI;

$$0.26 * X_{11} + 0.33 * X_{12} + 0.4 * X_{13} \leq 52;$$

$$0.25 * X_{11} + 0.3 * X_{12} + 0.45 * X_{13} \leq 1215;$$

$$0.18 * X_{11} + 0.27 * X_{12} + 0.54 * X_{13} \leq 20;$$

$$0.22 * X_{21} + 0.33 * X_{22} + 0.44 * X_{23} \leq 10;$$

$$0.19 * X_{21} + 0.32 * X_{22} + 0.49 * X_{23} \leq 10820;$$

$$0.39 * X_{21} + 0.36 * X_{22} + 0.24 * X_{23} \leq 9;$$

!KENDALA TENAGA KERJA;

$$0.5 * X_{11} + 0.39 * X_{21} + 0.09 * X_{31} + 0.04 * X_{41} \leq 176.72;$$

$$0.53 * X_{12} + 0.35 * X_{22} + 0.07 * X_{32} + 0.04 * X_{42} \leq 176.72;$$

$$0.55 * X_{13} + 0.32 * X_{23} + 0.08 * X_{33} + 0.05 * X_{43} \leq 176.72;$$

!KENDALA LUAS LAHAN;

$$0.62 * X_{11} + 0.37 * X_{21} \leq 2;$$

$$0.72 * X_{12} + 0.27 * X_{22} \leq 2;$$

$$0.75 * X_{13} + 0.25 * X_{23} \leq 2;$$

```

!PENDEFINISIAN SAPI HARUS BILANGAN BULAT;
!@GIN(X21);
!@GIN(X22);
!@GIN(X23);

```

END

Global optimal solution found.

Objective value: 4630618.

Objective bound: 4630618.

Infeasibilities: 0.2793968E-07

Extended solver steps: 0

Total solver iterations: 18

Model Title: SKENARIO 4 DENGAN SASARAN KEUNTUNGAN,  
 BIAYA DAN RESIKO PRODUKSI PADA SISTEM INTEGRASI  
 JAGUNG - SAPI POTONG

Variable	Value	Reduced Cost
DB1	0.7450581	1.000000
DB2	0.0000000	1.000000
DB3	0.8381903	1.000000
DA4	66784.89	0.000000
DA5	1915489.	0.000000
DA6	2648343.	0.000000
DA7	0.1084456	0.000000
DA8	0.7856181E-01	0.000000
DA9	0.8861523E-01	0.000000
X11	4.897820	0.000000
X21	6.000000	3677798.
X31	1.020706	0.000000
X41	2.029596	0.000000
DA1	248306.7	0.000000
X12	4.198132	0.000000
X22	5.000000	3273641.

X32	0.874890	0.000000
X42	1.739726	0.000000
DA2	277579.0	0.000000
X13	5.597509	0.000000
X23	7.000000	2831043.
X33	1.166521	0.000000
X43	2.319442	0.000000
DA3	969981.3	0.000000
DB4	0.000000	0.000000
DB5	0.000000	0.000000
DB6	0.000000	0.000000
DB7	0.000000	0.000000
DB8	0.000000	0.000000
DB9	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
2	-0.5238689E-08	0.000000
3	-0.1338776E-08	0.000000
4	-0.2910383E-08	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.2807388E-03	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000

19	0.000000	0.000000
20	0.6623365E-03	0.000000
21	0.9757259E-03	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	3.000659	0.000000
24	15.00440	0.000000
25	0.000000	27565.00
26	1.000000	0.000000
27	10.00000	0.000000
28	2.302800	0.000000
29	0.000000	92694.00
30	0.370514	0.000000
31	0.330626	0.000000
32	0.000000	3860101.
33	0.340359	0.000000
34	0.370733	0.000000

Ranges in which the basis is unchanged:

#### Objective Coefficient Ranges

Current Allowable Allowable Variable Coefficient Increase Decrease

DB1	1.000000	INFINITY	1.000000	
DB2	1.000000	INFINITY	0.7145433	
DB3	1.000000	INFINITY	0.7862759	
DA4	1.000000	INFINITY	1.000000	
DA5	1.000000	2.503158	1.000000	
DA6	1.000000	3.678929	1.000000	
DA7	1.000000	INFINITY	1.000000	
DA8	1.000000	0.9324963E+08	1.000000	
DA9	1.000000	0.3500393E+09	1.000000	
X11	0.0	0.2129118E-01	INFINITY	
X21	0.0	0.9197010	0.7301553E-02	
X31	0.0	INFINITY	0.4690003E-01	
X41	0.0	0.5137774E-01	0.4202607E-01	
DA1	0.0	INFINITY	0.0	

X12 0.0 2696908. 2224457.  
 X22 0.0 947961.6 INFINITY  
 X32 0.0 6726296. 0.1067398E+08  
 X42 0.0 INFINITY 274368.0  
 DA2 0.0 INFINITY 0.2854567  
 X13 0.0 2303593. 1971234.  
 X23 0.0 972920.2 INFINITY  
 X33 0.0 6858297. 9458899.  
 X43 0.0 INFINITY 203059.8  
 DA3 0.0 INFINITY 0.2137241  
 DB4 0.0 0.0 0.0  
 DB5 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB6 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB7 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB8 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB9 0.0 INFINITY 1.000000

#### Righthand Side Ranges

Row Current Allowable Allowable  
 RHS Increase Decrease  
 2 0.6000000E+08 64645.45 INFINITY  
 3 0.8000000E+08 856701.9 6433682.  
 4 0.1050000E+09 1856779. 0.1142143E+08  
 5 0.2200000E+08 INFINITY 23677.82  
 6 0.2100000E+08 1836538. INFINITY  
 7 0.2000000E+08 2441035. INFINITY  
 8 0.3000000 0.1067576 INFINITY  
 9 0.3000000 0.7725754E-01 INFINITY  
 10 0.4000000 0.8414276E-01 INFINITY  
 11 0.0 0.1374475E-03 INFINITY  
 12 0.0 0.2026159E-03 0.1103445  
 13 0.0 0.2781303E-03 0.3744381  
 14 0.0 0.9426138E-03 1.192338  
 15 0.0 0.1389538E-02 0.8162589  
 16 0.0 0.1907415E-02 2.541382

17 0.0 0.2733442E-03 0.1339689E-01  
 18 0.0 0.4029356E-03 INFINITY  
 19 0.0 0.5530952E-03 INFINITY  
 20 0.0 0.6596021E-03 0.2695806E-01  
 21 0.0 0.9723564E-03 2.169019  
 22 0.0 0.1334773E-02 2.783207  
 23 52.00000 INFINITY 2.100277  
 24 1215.000 INFINITY 100.5062  
 25 20.00000 2.800000 1.900282  
 26 10.00000 INFINITY 1.110000  
 27 10820.00 INFINITY 57.00023  
 28 9.000000 INFINITY 3.206086  
 29 176.7200 1.800000 5.800561  
 30 176.7200 INFINITY 5.301161  
 31 176.7200 INFINITY 5.801537  
 32 2.000000 INFINITY 0.460276  
 33 2.000000 1.430000 0.330216  
 34 2.000000 INFINITY 0.292078

MODEL:

TITLE: SKENARIO 4 DENGAN SASARAN PENDAPATAN DAN  
 BIAYA DAN RESIKO; PADA SISTEM INTEGRASI TEBU – SAPI  
 POTONG

!FUNGSI TUJUAN;

MIN=DB1+DB2+DB3+DA4+DA5+DA6+DA7+DA8+DA9;

!KENDALA;

!SASARAN PENDAPATAN INTEGRASI;

6653172\*X11+6656500\*X21+103000\*X31+682500\*X41+DB1-  
 DA1=48000000;

7099533\*X12+6403431\*X22+116161.5\*X32+720000\*X42+DB2-  
 DA2=67000000;

8274699\*X13+6709596\*X23+117085\*X33+1080000\*X43+DB3-  
 DA3=92000000;

!SASARAN BIAYA;

$3720742 \cdot X_{11} + 6005000 \cdot X_{21} + 50000 \cdot X_{31} + 340000 \cdot X_{41} + DB4 - DA4 = 26000000;$

$3233400 \cdot X_{12} + 5119297 \cdot X_{22} + 50000 \cdot X_{32} + 197396 \cdot X_{42} + DB5 - DA5 = 34000000;$

$2953728 \cdot X_{13} + 3924416 \cdot X_{23} + 50000 \cdot X_{33} + 150000 \cdot X_{43} + DB6 - DA6 = 40000000;$

!SASARN RESIKO PRODUKSI;

$0.03 \cdot X_{11} + 0.01 \cdot X_{21} + 0.01 \cdot X_{31} + 0.02 \cdot X_{41} + DB7 - DA7 = 0.15;$

$0.03 \cdot X_{12} + 0.01 \cdot X_{22} + 0.01 \cdot X_{32} + 0.02 \cdot X_{42} + DB8 - DA8 = 0.20;$

$0.04 \cdot X_{13} + 0.01 \cdot X_{23} + 0.01 \cdot X_{33} + 0.02 \cdot X_{43} + DB9 - DA9 = 0.25;$

!HUBUNGAN TEBU DAN LIMBAH TEBU;

$0.1829 \cdot X_{11} - X_{31} \geq 0;$

$0.1829 \cdot X_{12} - X_{32} \geq 0;$

$0.1829 \cdot X_{13} - X_{33} \geq 0;$

!HUBUNGAN LIMBAH TEBU DAN SAPI;

$3.775 \cdot X_{31} - X_{21} \geq 0;$

$3.775 \cdot X_{32} - X_{22} \geq 0;$

$3.775 \cdot X_{33} - X_{23} \geq 0;$

!HUBUNGAN SAPI DAN KOMPOS;

$0.126 \cdot X_{21} - X_{41} \geq 0;$

$0.126 \cdot X_{22} - X_{42} \geq 0;$

$0.126 \cdot X_{23} - X_{43} \geq 0;$

!HUBUNGAN KOMPOS DAN TEBU;

$11.7 \cdot X_{41} - X_{11} \geq 0;$

$11.7 \cdot X_{42} - X_{12} \geq 0;$

$11.7 \cdot X_{43} - X_{13} \geq 0;$

!KENDALA SARANA PRODUKSI;

$45 \cdot X_{11} + 55 \cdot X_{12} + 65 \cdot X_{13} \leq 1225;$

$2 \times X_{11} + 3 \times X_{12} + 4 \times X_{13} \leq 70;$   
 $8 \times X_{11} + 9 \times X_{12} + 10 \times X_{13} \leq 200;$   
 $100 \times X_{21} + 125 \times X_{22} + 150 \times X_{23} \leq 1925;$   
 $100 \times X_{21} + 150 \times X_{22} + 200 \times X_{23} \leq 2350;$   
 $10 \times X_{21} + 11 \times X_{22} + 12 \times X_{23} \leq 167;$

!KENDALA TENAGA KERJA;  
 $38 \times X_{11} + 50 \times X_{21} + 5 \times X_{31} + 3 \times X_{41} \leq 375;$   
 $38 \times X_{12} + 50 \times X_{22} + 6 \times X_{32} + 3 \times X_{42} \leq 435;$   
 $38 \times X_{13} + 50 \times X_{23} + 7 \times X_{33} + 3 \times X_{43} \leq 540;$

!KENDALA LUAS LAHAN;  
 $0.55 \times X_{11} + 0.27 \times X_{21} \leq 4.5;$   
 $0.55 \times X_{12} + 0.27 \times X_{22} \leq 5;$   
 $0.55 \times X_{13} + 0.27 \times X_{23} \leq 6.5;$

!PENDEFINISIAN SAPI HARUS BILANGAN BULAT;  
@GIN(X21);  
@GIN(X22);  
@GIN(X23);

END

Global optimal solution found.  
Objective value: 0.1487886E+08  
Objective bound: 0.1487886E+08  
Infeasibilities: 0.6592589E-08  
Extended solver steps: 0  
Total solver iterations: 17

Model Title: SKENARIO 1 DENGAN SASARAN KEUNTUNGAN,  
BIAYA DAN RESIKO PRODUKSI PADA SISTEM INTEGRASI TEBU-  
SAPI POTONG

Variable	Value Reduced	Cost
DB1	0.000000	1.000000

DB2	0.000000	1.000000
DB3	0.000000	1.000000
DA4	8347655.	0.000000
DA5	5360109.	0.000000
DA6	1171101.	0.000000
DA7	0.2572463E-01	0.000000
DA8	0.3429950E-01	0.000000
DA9	0.1152912	0.000000
X11	4.345008	0.000000
X21	3.000000	0.1144922E+08
X31	0.7947020	0.000000
X41	0.3713682	0.000000
DA1	1212900.	0.000000
X12	5.793344	0.000000
X22	4.000000	9840027.
X32	1.059603	0.000000
X42	0.4951576	0.000000
DA2	223360.6	0.000000
X13	7.241680	0.000000
X23	5.000000	8234220.
X33	1.324503	0.000000
X43	0.6189470	0.000000
DA3	2294246.	0.000000
DB4	0.000000	0.000000
DB5	0.000000	0.000000
DB6	0.000000	0.000000
DB7	0.000000	0.000000
DB8	0.000000	0.000000
DB9	0.000000	0.000000

Row Slack or Surplus Dual Price

1	0.000000	-1.000000
2	-0.5238689E-08	0.000000
3	-0.1338776E-08	0.000000
4	-0.2910383E-08	0.000000

5 0.000000 0.000000  
 6 0.000000 0.000000  
 7 0.000000 0.000000  
 8 0.000000 0.000000  
 9 0.000000 0.000000  
 10 0.000000 0.000000  
 11 0.000000 0.000000  
 12 0.000000 0.000000  
 13 0.2807388E-03 0.000000  
 14 0.000000 0.000000  
 15 0.000000 0.000000  
 16 0.000000 0.000000  
 17 0.000000 0.000000  
 18 0.000000 0.000000  
 19 0.000000 0.000000  
 20 0.6623365E-03 0.000000  
 21 0.9757259E-03 0.000000  
 22 0.000000 0.000000  
 23 4.251315 0.000000  
 24 0.503230 0.000000  
 25 0.403043 0.000000  
 26 1.000000 0.000000  
 27 4.800000 0.000000  
 28 0.450000 0.000000  
 29 5.640208 0.000000  
 30 0.053389 0.000000  
 31 5.640208 0.000000  
 32 0.053389 0.000000  
 33 5.640208 0.000000  
 34 0.000000 14504350.

Ranges in which the basis is unchanged:

Objective Coefficient Ranges

Current Allowable Allowable

Variable Coefficient Increase Decrease

DB1 1.000000 INFINITY 0.3035240  
 DB2 1.000000 INFINITY 0.4159275  
 DB3 1.000000 INFINITY 0.5643076  
 DA4 1.000000 0.4357996 0.9999996  
 DA5 1.000000 0.7121161 0.9999995  
 DA6 1.000000 1.295197 0.9999906  
 DA7 1.000000 2257057. 1.000000  
 DA8 1.000000 1860269. 1.000000  
 DA9 1.000000 106135.8 1.000000  
 X11 0.0 2254730. 2373276.  
 X21 0.0 INFINITY 2278550.  
 X31 0.0 21773.50 INFINITY  
 X41 0.0 0.2705824E+08 0.1808373E+08  
 DA1 0.0 INFINITY 0.6964760  
 X12 0.0 2397991. 1770820.  
 X22 0.0 INFINITY 2186968.  
 X32 0.0 17879.69 INFINITY  
 X42 0.0 0.2904607E+08 0.1735689E+08  
 DA2 0.0 INFINITY 0.5840725  
 X13 0.0 1815939. 111956.1  
 X23 0.0 INFINITY 165045.7  
 X33 0.0 1014.710 INFINITY  
 X43 0.0 0.2258873E+08 1309886.  
 DA3 0.0 INFINITY 0.4356924  
 DB4 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB5 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB6 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB7 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB8 0.0 INFINITY 1.000000  
 DB9 0.0 INFINITY 1.000000

### Righthand Side Ranges

Row Current Allowable Allowable  
 RHS Increase Decrease

2 0.4800000E+08 9699627. 0.1066921E+08  
3 0.6700000E+08 1428653. 8788052.  
4 0.9200000E+08 3127987. 192101.3  
5 0.2600000E+08 7430849. INFINITY  
6 0.3400000E+08 5132860. INFINITY  
7 0.4000000E+08 83697.08 INFINITY  
8 0.1500000 0.2210561E-01 INFINITY  
9 0.2000000 0.3438841E-01 INFINITY  
10 0.2500000 0.1077808 INFINITY  
11 0.0 0.1369685E-01 14.55683  
12 0.0 0.1865362E-01 1.726089  
13 0.0 0.2281530E-01 2.802716  
14 0.0 0.5170410E-01 INFINITY  
15 0.0 0.7041514E-01 INFINITY  
16 0.0 0.8612526E-01 INFINITY  
17 0.0 0.6468337E-02 0.6095623  
18 0.0 0.8812998E-02 0.4689144  
19 0.0 0.1078405E-01 0.1053428E-01  
20 0.0 0.7567258E-01 7.194233  
21 0.0 0.1031023 5.600462  
22 0.0 0.1261574 0.1284327  
23 371.0000 INFINITY 3.500058  
24 304.5700 INFINITY 0.082945  
25 21.88000 INFINITY 0.062522  
26 7.000000 INFINITY 2.000000  
27 7574.000 INFINITY 2.621930  
28 28.56000 INFINITY 0.250246  
29 101.1900 INFINITY 5.601245  
30 101.1900 INFINITY 5.601245  
31 101.1900 INFINITY 5.401604  
32 0.900000 INFINITY 0.082457  
33 0.900000 INFINITY 0.082457  
34 0.900000 1.290000 0.090311

