

**PEMODELAN PERTANIAN ZERO WASTE DENGAN PENDEKATAN
SISTEM INTEGRASI TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.), GAMAL
(*Gliricidia sepium*) DAN TERNAK KAMBING (*Capra aegagrus hircus*)
DI KABUPATEN ENREKANG**

***ZERO WASTE FARMING MODELING WITH AN APPROACH
TO THE INTEGRATION OF PEPPER (*Piper nigrum* L.),
NICARAGUAN COFFE SHADE (*Gliricidia sepium*)
AND GOAT (*Capra aegagrus hircus*) AT ENREKANG REGENCY***

SUDIRMAN TANDENG



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2018

**PEMODELAN PERTANIAN ZERO WASTE DENGAN PENDEKATAN
SISTEM INTEGRASI TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.), GAMAL
(*Gliricidia sepium*) DAN TERNAK KAMBING (*Capra aegagrus hircus*)
DI KABUPATEN ENREKANG**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Sistem – Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

SUDIRMAN TANDENG

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Sudirman Tandeng

Nomor Mahasiswa : P0100214011

Program Studi : Sistem-Sistem Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2018
Yang menyatakan,

Sudirman Tandeng

PRAKATA

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته
الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه ومن والاه. وبعد

Dengan sepenuh hati saya memuji dan bersyukur , sesungguhnya pujian itu hanya milik Allah ﷻ, kepada-Nya kita memuji, meminta perlindungan dan pertolongan. Salam dan taslim atas Junjungan Rasulullah Muhammad ﷺ karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat dirampungkan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kondisi semakin menurunnya produktivitas lahan pertanian disebabkan oleh tergradasinya fungsi hayati lahan. Sistem integrasi tanaman lada gamal dan ternak kambing merupakan suatu model pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara terpadu dengan komponen ternak sebagai bagian dari usaha yang berorientasi pada konsep “ *zero waste production system*” dimana seluruh limbah dari tanaman dan ternak didaur ulang dan dimanfaatkan kembali dalam siklus produksi.

Dalam penulisan tesis ini penulis telah berusaha menyajikan yang terbaik, tetapi dengan penuh kesadaran bahwa tesis ini hanyalah sebuah karya ilmiah yang padanya tidak ada kesempurnaan mutlak. Sehingga perlu adanya masukan saran dan kritik terutama untuk pengembangan penelitian terhadap pemodelan pada kasus yang sama di masa yang akan datang.

Dalam kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis menyampaikan banyak terima kasih dengan iringan doa *syukran wa jadzakumullahu khairan* kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Terima kasih penulis haturkan kepada komisi penasihat Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S. dan Prof. Dr. Ir. Jasmal Ahmari Syamsu, MSi. atas dukungan, bimbingan, dan arahnya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini. Terima kasih juga penulis tujukan kepada Prof. Dr. Ir. Sumbangan Baja, M.Phil., Prof. Dr. Ir. Didi Rukmana, MS., dan Prof. Dr. Ir. Laode Asrul, MP. selaku tim penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang sangat membangun terkait perbaikan tesis ini. Juga kepada ketua Prodi SSP Dr.Ir. Syatrianty A. Syaiful,MS

Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Ahmad Labba. dan Siti Hafsyah, L yang tidak pernah putus memberikan semangat dan doanya, Juga kepada istri tersayang Yusniar Abd. Rahman, kepada para buah hati penerus perjuangan calon mujahid/mujahidah dakwah; ananda Aisyah Wafi Syahidah, Al Hafidz Muhammad Sajjadatul Faiz, Aisyah Nurul Ilmi, Abdullah azzam., dan Aisyah Ratu Qinawa semoga Allah menjadikan kalian semua sebagai penghafal Al Qur'an. Kepada kakanda Jumariah, dan adinda Nur Pratiwi, Iqbal Archie, Nuryanti, Nurjanna dan Mas Agus anakda Faiz, Caca, Mba' Fira, Bang Avri, Dede Fati, Ilham Wiratno dan Saharia penulis haturkan terima kasih atas doa restu, kasih sayang,

kesabaran dan dukungannya untuk membantu keberhasilan penulis dalam menyelesaikan studi.

Penulis juga berterima kasih kepada guru dan orang tua saya Bapak Dr. Ir. Muhammad Hatta, M.Si beserta Istri, *syukran wa jazakumullah khiaran* atas bimbingannya dalam pemodelan ini, teman-teman seperjuangan di Program Pascasarjana SSP terlebih untuk Angkatan 2014 yang telah banyak membantu dalam penelitian dan penulisan tesis. Para kerabat di Dinas Pertanian, dan rekan rekan anggota DPD Perhiptani Kabupaten Enrekang, rekan seperjuangan dan para Adzatizzah DPD Wahdah Islamiyah di Bumi Lakipadada, terkhusus kepada Isna Sahami, Reny Fatmasari , Elly Munawarawanti dan Dandi penulis ucapkan terima kasih atas dukungannya.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat sebagai bahan informasi dan pembanding, khususnya untuk penelitian terkait dengan pemodelan pertanian *zero waste* dengan pendekatan integrasi tanaman lada gamal dan ternak kambing.

Pinggiran Kota Makassar di titik akhir batas studi

28 Desember 2018

Sudirman Tandeng

ABSTRAK

Sudirman Tandeng *Pemodelan Pertanian Zero Waste dengan Pendekatan Sistem Integrasi Tanaman Lada (*Piper nigrum L.*) Gamal (*Gliricidia sepium*) dan ternak Kambing (*Capra aegagrus hircus*) di Kabupaten Enrekang.* (dibimbing oleh Hazairin Zubair dan Jasmal Ahmari Syamsu)

Pertanian zero waste merupakan model pertanian yang tidak membiarkan hasil ikutan menjadi limbah. Tanaman lada membutuhkan gamal sebagai tanaman pelindung dan pohon rambatan. Tanaman gamal di Kabupaten Enrekang mempunyai potensi limbah 253.538 ton/tahun dan potensi limbah ternak kambing 192.178 ton /tahun. Kebutuhan Pakan Hijauan ternak kambing 170.674 ton/tahun dan kebutuhan pupuk kandang 61.040 ton/tahun.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Agustus 2018 di Kabupaten Enrekang. Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis faktor internal dan eksternal sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing. (2) Merumuskan strategi pengembangan pertanian *zero waste* melalui integrasi lada gamal dan ternak kambing. (3) pemodelan sistem dinamik pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahapan dimana tahapan pertama menggunakan analisis SWOT terhadap faktor internal dan eksternal sistem integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing dengan hasil skor dari matriks *IFAS* sebesar 186,7 untuk faktor kekuatan dan -71,9 untuk kelemahan. Sedangkan skor dari matriks *EFAS* untuk faktor peluang sebesar 136,9 dan -111 untuk faktor ancaman. Tampilan matriks grand strategi berada pada kuadran I dengan strategi pertumbuhan agresif (*growth oriented strategy/SO*) yang memadukan antara kekuatan dan peluang. Hasil analisis SWOT dijadikan acuan penelitian tahapan kedua dalam menentukan skenario model sistem dinamik dengan 3 skenario utama yaitu pengembangan lahan sebesar 5%, 6% dan 7% per tahun, penambahan populasi ternak berdasarkan pemanfaatan daya dukung pakan sebesar 25%, 50% dan 100% serta skenario pengolahan limbah sebesar 0%, 50% dan 100% dengan software *stella 9.0.2*. Skenario terpilih yang mampu melahirkan sistem pertanian model zero waste yaitu pada pilihan skenario penambahan lahan sebesar 7%/tahun dengan tingkat pemanfaatan pakan sebesar 100 % per tahun dan skenario pengolahan limbah sebesar 100% per tahun.

Kata kunci: Pertanian Zero waste, analisis model, tanaman lada, gamal , ternak kambing.

Abstract

Sudirman Tandeng *Zero Waste Farming Modeling With an Approach to The Integration of Pepper (*Piper nigrum* L.), Nicaraguan Coffe Shade (*Gliricidia sepium*) And Goat (*Capra aegagrus hircus*) at Enrekang District* (Supervised by Hazairin zubair , Jasmal Ahmari Syamsu).

The zero waste farming is an agricultural model that does not allow the by-product to become waste.. Pepper plants require gamal as a protective plant and vine tree. Gamal plants in Enrekang Regency have 253,538 tons / year waste potential and 192,178 tons / year goat livestock potential. Feed Needs Forage goats 170,674 tons / year and manure needs 61,040 tons / year.

This research was conducted in March - August 2018 in Enrekang Regency. This study aims to: (1) analyze internal and external factors of the integration system of gamal pepper and goat livestock. (2) the strategy of developing a zero waste farming model through the integration of gamal pepper and goat livestock. (3) formulate the dynamic system model of zero waste agriculture through the integration of gamal pepper and goat livestock.

The research was conducted in two stages where the first stage used a SWOT analysis of internal and external factors of the integration system of gamal pepper and goat livestock with the results of a score of IFAS matrix of 186.7 for the strength factor and -71.9 for weakness. While the scores of the EFAS matrix for opportunity factors are 136.9 and -111 for threat factors. The appearance of the grand strategy matrix is in quadrant I with an aggressive growth strategy (SO) that combines strength and opportunity. The results of the SWOT analysis are used as a reference in determining land development policy strategies and increasing livestock population. In the second stage of the study with analysis of dynamic system models carried out by determining 3 main scenarios, namely land development of 5%, 6% and 7% per year, addition of livestock population based on utilization of feed carrying capacity of 25%, 50% and 100% and processing scenarios waste by 0% (without waste treatment), 50% and 100% with software stella 9.0.2. Based on the model development scenarios carried out, the selected models were able to give birth to a zero waste farming system, namely in the choice of a scenario to add a land of 7% / year with a feed utilization rate of 100% per year and a waste treatment plan of 100% per year.

Key words: *Agriculture Zero waste, analysis of models, pepper, gamal, goat livestock*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Hipotesis	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Sistem Integrasi	10
B. Model Konseptual Pertanian Zero Waste	11
C. Integrasi Tanaman Lada dan Ternak Kambing.....	15
D. Komponen Pertanian	18
E. Kerangka Konseptual	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
A. Jenis penelitian	45
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	46
C. Pelaksanaan Penelitian dan Analisis Data.....	48
D. Jenis dan Sumber Data	61
E. Teknik Pengumpulan Data	62
F. Bagan Alur Penelitian	63
BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	64
A. Letak, Luas dan Batas Lokasi Penelitian	64
B. Sumber Daya Manusia	67
C. Kondisi Umum Pertanian Kabupaten Enrekang.....	70
D. Karakteristik Responden Penelitian	81
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	99
A. HASIL	
1. Potensi Limbah Gamal	99
2. Kebutuhan Pakan Hijaun Ternak Kambing	103
3. Potensi Limbah Ternak Kambing	107
4. Kebutuhan Hara Tanaman Lada, gamal	111
5. Model Pengelolaan Limbah	114
B. PEMBAHASAN	
1. Analisis SWOT	117
2. Pemodelan Sistem Dinamik	130

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	191
A. Kesimpulan	192
B. Saran	192
DAFTAR PUSTAKA	193
LAMPIRAN	201

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Komposisi kimia dan kandungan nutrisi daun gamal	24
2.	Parameter demografik, variabel dan fungsinya dalam mengukur produktivitas individu atau sekelompok populasi kambing satu sistem produksi	27
3.	Kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan bobot badan dan penambahan bobot badan.	32
4.	Perkiraan produksi bahan kering dan nitrogen dari kotoran kambing.	36
5.	Sifat kimia pupuk TSP dan pupuk kandang	37
6.	Kontribusi hara nitrogen, posfat dan kalsium yang berasal dari pupuk kandang kambing.....	39
7.	Hasil konversi pupuk kandang kambing setara pupuk buatan	40
8.	Matriks IFAS (Internal Factor Analyssis strategy)	52
9.	Matriks EFAS (Eksternal Factor Analyssis strategy).....	52
10.	Luas daerah menurut kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017	65
11.	Luas lahan menurut penggunaan di Kabupaten Enrekang menurut kecamatan tahun 2017	66
12.	Jumlah penduduk menurut kecamatan, luas wilayah, jumlah desa/kelurahan dan kepadatan per kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017.....	67
13.	Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang per kecamatan berdasarkan jenis kelamin dan jumlah rumah tangga tahun 2017..	68
14.	Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan mata pencaharian tahun 2017	69

15. Rasio area pengembangan, luas potensi dan jumlah petani lada Kabupaten Enrekang tahun 2013-2017	71
16. Pertambahan luas kebun lada, pertanaman baru dan lahan yang diberokan di kabupaten Enrekang tahun 2031-2017	72
17. Frekuensi luas area dan jumlah produksi lada per kecamatan Kabupaten enrekang tahun 2013-2017	73
18. Luas penanaman dan luas potensi lahan pengembangan lada per kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2013-2017,	74
19. Frekuensi penyebaran pertanaman lada di Kecamatan Curio berdasarkan desa tahun 2013-2017	75
20. Frekuensi penyebaran pertanaman lada di Kecamatan Alla berdasarkan desa tahun 2013-2017	76
21. Frekuensi penyebaran ternak kambing di Kabupaten enrekang tahun 2013-2017	77
22. Rasio kepemilikan ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013-2017	78
23. Populasi ternak kambing berdasarkan struktur populasi ternak kambing di Kabupaten enrekang tahun 2013-2017	78
24. Frekuensi pertumbuhan populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013-2017	79
25. Frekuensi penyebaran ternak kambing di kecamatan Curio tahun 2013-2017	80
26. Frekuensi penyebaran ternak kambing di kecamatan Alla tahun 2013-2017	81
27. Karakteristik responden petani lada berdasarkan umur	83
28. Karakteristik responden peternak kambing berdasarkan umur ..	84
29. Karakteristik responden tim teknis berdasarkan umur	85
30. Karakteristik responden petani lada berdasarkan pendidikan.....	85

31. Karakteristik responden peternak berdasarkan pendidikan	86
32. Karakteristik responden tim teknis dan tokoh masyarakat berdasarkan pendidikan.....	87
33. Karakteristik responden petani lada berdasarkan pengalaman ..	88
34. Karakteristik responden peternak berdasarkan pengalaman.....	88
35. Karakteristik responden tim teknis berdasarkan pengalaman.....	89
36. Karakteristik responden petani lada berdasarkan jumlah tanggungan	90
37. Karakteristik responden peternak berdasarkan jumlah tanggungan	90
38. Karakteristik responden petani lada berdasarkan luas lahan.....	91
39. Karakteristik responden peternak lada berdasarkan luas lahan ..	92
40. Karakteristik responden petani lada berdasarkan jumlah ternak ..	93
41. Karakteristik responden peternak berdasarkan jumlah ternak...	94
42. Produksi segar hijauan daun gamal per pohon per panen berdasarkan umur gamal	100
43. Perhitungan potensi limbah gamal di Kecamatan Curio dan Alla dengan rata-rata umur pohon 5 tahun 2013-2017	102
44. Kebutuhan pakan hijauan berdasarkan umur kambing di Kecamatan Curio dan Alla tahun 2013-2017.....	105
45. Perhitungan potensi limbah feses, urine dan sisa pakan ternak kambing berdasarkan umur dan rata-rata berat badan ternak kambing di kecamatan Curio dan kecamatan Alla	110
46. Kebutuhan pupuk kandang untuk tanaman lada di Kecamatan Alla dan Kecamatan Curio tahun 2013-2017.....	112
47. Perlakuan petani/peternak responden terhadap limbah di kecamatan Alla dan Curio.....	114

48. Faktor internal penentu strategy integrasi	118
49. Faktor eksternal penentu strategi integrasi	121
50. Matriks IFAS berdasarkan kuisisioner	126
51. Matriks EFAS berdasarkan kuisisioner	127
52. Rekomendasi strategi pengembangan model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste	129
53. Hasil identifikasi variabel komponen pertanian, peternakan dan pengolahan limbah model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste.....	131
54. Hasil identifikasi variabel komponen pendapatan ekonomi model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste	132
55. Kombinasi skenario yang disimulasikan dalam model	146
56. Nilai awal beberapa komponen penting waktu To di setiap kecamatan di Kabupaten Enrekang.....	148
57. Produksi biomassa lada di kabupaten Enrekang berdasarkan hasil simulasi skenario 1,2,3.....	170
58. Jumlah bakalan yang dimasukkan berdasarkan hasil simulasi model dengan skenario 3.....	179
59. Nilai rata rata akumulasi pendapatan, jumlah pendapatan dan pengeluaran per tahun pada ke 3 skenario di Kabupaten Enrekang.....	197
60. Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 1.	200
61. Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 2	201
62. Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 3	201

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Siklus model pertanian <i>zero waste farming system</i>	13
2.	Prinsip model <i>zero waste farming system</i>	14
3.	Tanaman lada (<i>Piper nigrum</i>) varietas natar 1 dengan tajar hidup pohon gamal	19
4.	Ternak kambing (<i>Capra aegagrus hircus</i>) dengan pakan dari daun gamal	26
5.	Aliran bahan dan hara integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing sistem LEISA di Kabupaten Enrekang	41
6.	Diagram output input model black box integrasi lada, gamal dan kambing	42
7.	Kerangka konseptual penelitian	44
8.	Peta administrasi Kecamatan Curio, Kabupaten Enrekang	46
9.	Peta administrasi Kecamatan Alla, Kabupaten Enrekang	47
10.	Tahapan analisis SWOT	50
11.	Matriks grand strategy	53
12.	Tahapan pendekatan sistem dinamik	55
13.	Simbol variabel <i>stocks</i>	57
14.	Simbol variabel <i>Flows</i>	57
15.	Simbol variabel <i>converters</i>	58
16.	Simbol <i>connectors</i>	58
17.	Diagram alir penelitian	63

18. Persentase luas daerah menurut kecamatan di Kabupaten Enrekang.....	66
19. Persentase jumlah penduduk di kabupaten enrekang berdasarkan mata pencaharian tahun 2017	69
20. Grafik potensi limbah gamal, kebutuhan pakan, potensi limbah ternak dan kebutuhan pupuk kandang di Kecamatan Curio	113
21. Grafik potensi limbah gamal, kebutuhan pakan, potensi limbah ternak dan kebutuhan pupuk kandang di Kecamatan Alla.....	113
22. Alasan tidak mengolah limbah pertanian.....	116
23. Alasan tidak mengolah limbah (feses) kambing.....	116
24. Tampilan matriks grand strategi pengembangan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di kabupaten Enrekang.....	128
25. Diagram causal loop sub pertanian, peternakan dan pengolahan limbah sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing zero waste di Kabupaten Enrekang.....	133
26. Diagram causal loop model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste di Kabupaten Enrekang	134
27. Diagram sub model pertanian	138
28. Diagram sub model peternakan	139
29. Diagram sub model pengelolaan limbah	140
30. Diagram sub model ekonomi.....	142
31. Struktur lengkap diagram model sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing di kabupaten Enrekang.....	143
32. Dinamika luas lahan kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan cendana hasil simulasi skenario pertambahan lahan 6% per tahun	150
33. Dinamika luas lahan kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua hasil simulasi skenario pertambahan lahan 6% per tahun..	150

34. Dinamika luas lahan kecamatan Alla, Curio, masalle dan Baroko hasil simulasi skenario pertambahan lahan 6% per tahun	150
35. Perubahan luas lahan di 5 kecamatan terpilih hasil simulasi pertambahan lahan 6% per tahun	154
36. Perubahan luas lahan di setiap kecamatan terpilih dan total kabupaten pada skenario 1.	156
37. perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada skenario 2	157
38. perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada skenario 3	157
39. Perubahan jumlah pohon gamal di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana hasil simulasi skenario moderat	160
40. Perubahan jumlah pohon gamal di Kecamatan Baraka, Malua, Anggeraja dan Buntu Batu hasil simulasi skenario moderat	160
41. Perubahan jumlah pohon gamal di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko	160
42. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 1 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana	164
43. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.....	164
44. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 3 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.....	165
45. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 1 di Kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua.....	165
46. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua.....	165
47. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 3 di Kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua.....	166
48. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 1 di Kecamatan Alla, Curio, masalle dan Baroko	166

49. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Alla, Curio, masalle dan Baroko	166
50. Perubahan Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 3 di Kecamatan Alla, Curio, masalle dan Baroko	167
51. Produksi Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 1 di 5 Kecamatan terpilih	168
52. Produksi Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 2 di 5 Kecamatan terpilih	168
53. Produksi Biomassa lada berdasarkan hasil simulasi skenario 3 di 5 Kecamatan terpilih	169
54. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak dewasa skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana	173
55. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak dewasa skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua.....	174
56. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak dewasa skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko	174
57. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak anakan skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana	174
58. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak anakan skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua.....	175
59. Perubahan Pola pertambahan populasi ternak anakan skenario pemanfaatan daya dukung pakan 100% di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko	175
60. Jumlah bakalan di masukkan berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana	177

61. Jumlah bakalan di masukkan berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Baraka, Malua, Bt Batu dan anggeraja	177
62. Jumlah bakalan di masukkan berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko	178
63. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana	181
64. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Anggeraja dan Malua.....	181
65. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baraka.....	181
66. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi di kecamatan terpilih pada skenario 1	182
67. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi di kecamatan terpilih pada skenario 2.....	182
68. Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi di kecamatan terpilih pada skenario 3.....	183
69. Perubahan produksi pupuk kandang hasil simulasi skenario 2 di kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko	184
70. Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil simulasi skenario 1	185
71. Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil simulasi skenario 2	186
72. Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil simulasi skenario 3	186
73. Perubahan akumulasi pendapatan di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana hasil simulasi model penerapan skenario moderat	188
74. Perubahan akumulasi pendapatan di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Anggeraja dan Malua hasil simulasi model penerapan skenario moderat	189

75. Perubahan akumulasi pendapatan di Kecamatan Alla, Curio, Massale dan Baroko hasil simulasi model penerapan skenario moderat.....	189
76. Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 1 di 5 kecamatan terpilih	191
77. Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 2 di 5 kecamatan terpilih	192
78. Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 3 di 5 kecamatan terpilih	192
79. Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 1 dan aspek aspek yang mempengaruhi.....	194
80. Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 2 dan aspek aspek yang mempengaruhi.....	195
81. Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 3 dan aspek aspek yang mempengaruhi.....	195
82. Perubahan total pengeluaran , biaya investasi , biaya operasional , biaya operasioal pertanian dan biaya pembelian pupuk berdasarkan skenario 1	204
83. Perubahan total pengeluaran , biaya investasi , biaya operasional , biaya operasioal pertanian dan biaya pembelian pupuk berdasarkan skenario 2	204
84. Perubahan total pengeluaran , biaya investasi , biaya operasional , biaya operasioal pertanian dan biaya pembelian pupuk berdasarkan skenario 3	205
85. Total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 1	206
86. Total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 2	207

87. Total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 3	207
88. Hubungan antara pendapatan (y) dengan total pengeluaran (x) berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1, 2 dan 3	210
89. Hubungan antara pendapatan (y) dengan total investasi (x) berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1, 2 dan 3	210
90. Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak,produksi kompos dan pendapatan pada skenario 1	211
91. Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak,produksi kompos dan pendapatan pada skenario 2	212
92. Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak,produksi kompos dan pendapatan pada skenario 3	212

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraria, olehnya itu kegiatan pertanian merupakan kegiatan ekonomi yang mengakar dan menjadi sesuatu yang tidak dapat terpisahkan dari masyarakat Indonesia pada umumnya. Tradisi mengolah alam yang diwariskan secara turun temurun selalu dijalani oleh petani sesuai dengan kemajuan zaman.

Pada awalnya untuk menghasilkan lebih banyak pangan memerlukan luasan lahan budidaya, sehingga lahan merupakan sumberdaya pertanian yang utama. Dengan dimulainya revolusi hijau (intensifikasi pertanian), kepentingan nisbi lahan berkurang karena masukan pertanian-pupuk, mekanisasi, pestisida, irigasi, dan benih unggul memberikan sumbangan yang signifikan terhadap kenaikan produksi pangan. Sebagian kebutuhan lahan disulih oleh teknologi.

Saat ini kebutuhan lahan kembali mencuat, karena hasil panen yang semakin menurun sehubungan dengan penurunan produksi dan penyempitan lahan pertanian yang dialihfungsikan, sedangkan kebutuhan pangan terus meningkat. Penurunan produktivitas lahan pertanian disebabkan oleh terdegradasinya fungsi hayati lahan, yaitu kemampuan/kapasitasnya mengubah hara menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan tanaman.

Kepemilikan lahan rata rata petani di Indonesia untuk usaha pertanian semakin menyempit. Jumlah keluarga petani (KK) dengan kepemilikan lahan kurang dari 0,5 ha semakin banyak akibat fragmentasi lahan. Menurut BPS (2014) dalam sensus pertanian 2013, rata-rata kepemilikan lahan per rumah tangga petani antara 0,3-0,4 ha. Dengan lahan yang sempit tersebut rumah tangga petani perlu di arahkan agar memperoleh pendapatan yang layak dan berkelanjutan secara ekologis dan ekonomis. Oleh karena itu, perencanaan yang baik bagi petani sangat diperlukan.

Beberapa tahun terakhir, mulai dikembangkan Sistem Integrasi Tanaman-Ternak (SITT), suatu model usaha tani melalui pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan secara terpadu dengan komponen ternak sebagai bagian kegiatan usaha yang berorientasi pada konsep "*zero waste production system*" yaitu seluruh limbah dari ternak dan tanaman didaur ulang dan dimanfaatkan kembali ke dalam siklus produksi.

Model pertanian *zero waste* merupakan model pertanian yang tidak membiarkan hasil ikutan menjadi limbah/tidak bermanfaat. Ciri utama sistem integrasi tanaman ternak adalah sinergisme atau keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak. (Ismail dan Andi Djayanegara, 2004).

Salah satu model sistem integrasi tanaman ternak yang menguntungkan adalah sistem integrasi tanaman lada, gamal dengan

ternak kambing. Lada merupakan komoditas ekspor dari subsektor perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Dalam mengusahakan tanaman lada (*Piper nigrum* L) banyak menghadapi kendala antara lain karena menurunnya kesuburan lahan yang mengakibatkan rendahnya produktivitas dan pendapatan usaha tani lada. Budidaya lada secara tradisional yang diterapkan petani dengan penyiangan bersih menyebabkan terjadinya degradasi lahan karena erosi di musim hujan. Salah satu usaha memperbaiki kesuburan lahan untuk meningkatkan produktivitas lada dapat dilakukan dengan konservasi tanah dan pemberian pupuk organik terhadap tanaman lada, sementara sumber pupuk organik di kebun lada sangat terbatas.

Diharapkan dengan pola integrasi kambing pada areal perkebunan lada, selain memproduksi lada juga dapat meningkatkan nilai tambah dari perkebunan tersebut melalui teknologi diversifikasi, yaitu penanaman hijauan pakan ternak sebagai tanaman pelindung bagi tanaman lada. Dengan demikian, ketersediaan pakan berkualitas dapat ditingkatkan sehingga produktivitas ternak juga dapat dikembangkan.

Kambing merupakan salah satu ternak yang prospektif untuk dikembangkan dalam sistem integrasi tanaman ternak. Kambing mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap iklim tropik yang ekstrim, fertilitas tinggi, interval generasi yang pendek, serta kemampuan memanfaatkan berbagai macam hijauan dengan efisiensi biologis yang lebih tinggi dibandingkan ternak lain. Kambing juga mempunyai adaptasi

tinggi, khususnya dari sisi toleransinya terhadap berbagai jenis hijauan, mulai dari rumput-rumputan, legum, daun-daunan, sampai dengan semak belukar yang biasanya tidak disukai oleh jenis ruminansia lain, seperti sapi perah, sapi potong, kerbau, dan domba (Ella, 1988).

Hasil sampingan dari usaha ternak kambing berupa kotoran ternak, dapat diolah menjadi kompos. Pemberian kompos pada pertanaman lada, gamal akan meningkatkan produktivitas tanaman dengan biaya yang lebih efisien. Dengan pemberian pupuk organik dari kotoran kambing pada tanaman lada, kesuburan tanah meningkat dan produktivitas lada meningkat rata-rata 576 kg/ha/tahun, lebih baik dari cara konvensional lain yang diterapkan petani dengan produksinya 266 kg/ha/tahun (Suprpto *et al.*, 2000).

Melihat betapa besar kecenderungan masyarakat untuk bercocok tanam lada serta beternak kambing, banyaknya manfaat yang bisa di dapat serta tingginya potensi limbah dari komponen pertanian dan limbah feses dari komponen ternak kambing yang selama ini belum banyak dimanfaatkan mendorong penulis melakukan penelitian tentang faktor kelemahan, kekuatan, peluang dan ancaman sekaligus pemodelan pertanian zero waste dengan pendekatan sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.”.

B. Rumusan Masalah

Budi daya tanaman lada, gamal dan ternak kambing biasanya dilakukan secara terpisah, namun dapat dilakukan secara bersama dalam sistem integrasi tanaman ternak dengan sistem *zero waste*. Alternatif pola integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing, jumlahnya bisa sangat banyak dan bervariasi. Ketika dihadapkan pada alternatif tersebut perlu ada model perancangan untuk menentukan pola pertanian integrasi yang optimal baik ditinjau dari aspek teknis, ekonomi, ekologi maupun sosial.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa yang menjadi faktor kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dalam sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing model pertanian *zero waste*.
2. Dengan mengetahui faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan tantangan), bagaimana strategi dalam pengembangan pertanian *zero waste* melalui pendekatan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.
3. Bagaimana skenario pemodelan dalam pengembangan pertanian *zero waste* melalui pendekatan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis faktor internal dan eksternal model pertanian *zero waste* melalui sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
2. Merumuskan strategi pengembangan berdasarkan hasil analisis faktor internal dan faktor eksternal model pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
3. Pemodelan strategi pengembangan dengan pilihan skenario yang memberikan hasil optimum dari pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini di antaranya adalah :

1. Bagi masyarakat petani lada dan peternak kambing, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam kegiatan integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
2. Bagi pemerintah, khususnya pemerintah Kabupaten Enrekang, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu bahan melahirkan kebijakan strategi pengembangan model pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
3. Bagi akademisi, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu rujukan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya mengenai model pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing dalam satu kawasan (integrasi insitu).

E. Hipotesis

1. Limbah yang dihasilkan oleh tanaman lada dan gamal menjadi pakan ternak kambing pada areal integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing.
2. Limbah yang dihasilkan oleh ternak kambing menjadi pupuk yang bermanfaat bagi tanaman lada dan gamal.
3. Pengembangan tanaman lada dan gamal dengan ternak kambing pada satu areal yang sama menghasilkan pertanian terintegrasi dengan model pertanian *zero waste* yang lebih menguntungkan secara teknis ,ekonomi dan sosial.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Integrasi

Sebagai negara agraris, fokus pelaksanaan pembangunan nasional tidak hanya pada sektor – sektor industri tetapi juga menitikberatkan pada sektor pertanian. Banyak jenis usaha yang dapat dilakukan untuk memajukan tingkat ekonomi melalui sektor pertanian. Pelaksanaan usaha pertanian saat ini kebanyakan masih dilaksanakan secara parsial sehingga eksplorasi usaha yang dapat saling mendukung tidak dapat optimal. Pelaksanaan usaha pertanian yang saling terintegrasi akan menciptakan suatu konsep usaha yang akan saling melengkapi dan meniadakan limbah pertanian yang biasanya terjadi.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah sistem LEISA (*Low-External Input and Sustainable Agriculture*). Sistem tersebut memadukan komponen tanaman, hewan, air, iklim, dan manusia dalam satu sistem produksi agar saling melengkapi dan bersinergi (Hardianto, 2018). Sistem ini mengedepankan ekonomi yang berbasis teknologi ramah lingkungan dan optimalisasi semua-sumber energi yang dihasilkan. Pola integrasi tanaman dan ternak atau yang sering disebut dengan sistem pertanian terintegrasi/terpadu adalah suatu sistem yang memadukan antara kegiatan peternakan dan pertanian. Ciri utama dari

pengintegrasian tanaman dengan ternak adalah adanya keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dengan ternak. Keterkaitan tersebut terlihat dari pembagian lahan yang saling terpadu dan pemanfaatan limbah dari masing masing komponen. Saling keterkaitan berbagai komponen sistem integrasi merupakan faktor pemicu dalam mendorong pertumbuhan pendapatan masyarakat tani dan pertumbuhan ekonomi wilayah yang berkelanjutan .

Menurut Mugnisjah (2001), sistem pertanian terintegrasi merupakan sistem yang menggabungkan kegiatan pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan dan ilmu lain yang terkait dengan pertanian dalam satu lahan, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi bagi peningkatan produktivitas lahan, program pembangunan dan konservasi lingkungan, serta pengembangan desa secara terpadu. Diharapkan kebutuhan jangka pendek, menengah, dan panjang petani berupa pangan, sandang dan papan akan tercukupi dengan sistem pertanian ini.

Sugiarto (2014), menyatakan bahwa pertanian integrasi antara tanaman dan ternak mampu memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan hasil dan memperbaiki efisiensi penggunaan lahan. Pola integrasi ini bisa menjadi solusi untuk pembangunan pertanian di wilayah pedesaan. Petani bisa memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk untuk tanamannya, kemudian memanfaatkan limbah pertanian untuk digunakan sebagai pakan ternak (Ismail dan Djajanegara, 2004).

Petani mampu mengatasi permasalahan ketersediaan pakan dengan limbah tanaman seperti jerami, limbah kacang-kacangan, dan lain sebagainya. Terlebih jika musim kering, limbah yang dihasilkan bisa menyediakan pakan sebesar 33,3% dari total rumput yang diberikan. Itu berarti limbah akan semakin banyak, yang artinya pakan untuk ternak akan semakin melimpah (Mathius, et al., 1991). Selain mampu menghemat biaya untuk pembelian pupuk bagi tanaman yang dikelola, sistem ini juga menghemat tenaga kerja yang digunakan untuk mencari rerumputan untuk ternak. Dengan adanya kotoran ternak yang berfungsi sebagai pupuk, biaya yang digunakan untuk pembelian pupuk bisa digunakan untuk keperluan lain.

Tanaman yang diintegrasikan dengan ternak mampu memanfaatkan produk ikutan dan produk samping tanaman untuk pakan ternak dan sebaiknya ternak dapat memberikan bahan baku tanaman yang kaya akan unsur hara. Jika program semacam ini bisa dilaksanakan maka petani dan peternak akan untung sekaligus. Program ini sekaligus meningkatkan hasil panen, daging, susu, sehingga pendapatan petani akan naik.

Pola integrasi tanaman dan ternak memerlukan kerjasama antara petani, peternak dan pemerintah. Kebijakan pemerintah untuk mendorong pengembangan sistem integrasi tanaman dan ternak dapat berupa strategi diversifikatif. Pemerintah juga perlu memberikan bantuan modal, penyuluhan, bibit, ternak, pelatihan dan introduksi. Pengembangan

integrasi ini bisa dilakukan dengan pendekatan kelompok. Dengan cara ini pemerintah dapat mengintensifkan komunikasi antara anggota kelompok dengan pemerintah agar program ketahanan pangan berkelanjutan bisa terlaksana.

Manfaat integrasi tanaman ternak dapat disintesis melalui : (1) aspek agronomis yaitu peningkatan kapasitas lahan untuk berproduksi; (2) aspek ekonomi yaitu dipersifikasi produk, hasil dan kualitas yang lebih tinggi serta menurunkan biaya; (3) aspek ekologis yaitu menurunkan penggunaan pestisida dan serangan hama serta pengendalian erosi; (4) aspek sosial yaitu distribusi pendapatan yang merata dan dapat mengurangi tingkat kesenjangan sosial. Pertanian terpadu, menurut Hardianto (2008), juga bisa menciptakan lapangan kerja baru di pedesaan sehingga mengurangi tingkat pengangguran dan laju urbanisasi.

B. Model Konseptual Pertanian Zero Waste

Indonesia adalah negara agraris dimana sebagian besar penduduknya mengandalkan sektor pertanian, namun rata-rata kepemilikan lahan pertanian kurang dari 0,3 hektar, terutama di Pulau Jawa. Kondisi kepemilikan lahan yang sempit ditambah dengan sistem pertanian yang masih mengandalkan input produksi tinggi menyebabkan petani berada pada lingkaran kemiskinan. Keterbatasan lahan dan harga lahan yang cukup tinggi saat ini, menyebabkan usaha peternakan kambing secara komersial ke arah agribisnis sulit dikembangkan. Kecuali diintegrasikan dengan usaha perkebunan atau pertanian berupa konsep

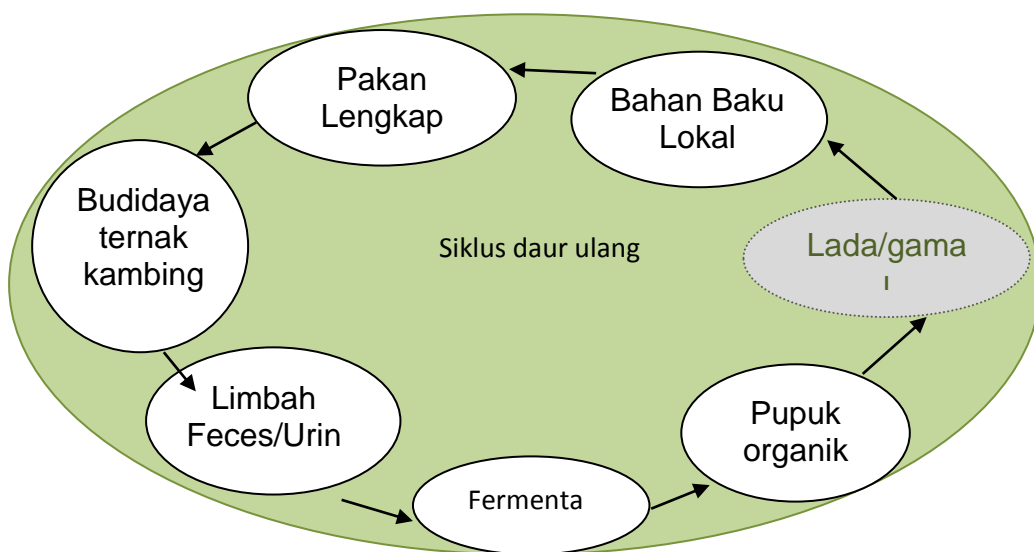
sistem integrasi dengan *zero waste* yaitu sistem pertanian berwawasan ekologis, ekonomis dan berkesinambungan. Model ini sering disebut dengan *sustainable mix farming*. Sistem *mix farming* diarahkan pada upaya memperpanjang siklus biologis dengan mengoptimalkan pemanfaatan hasil samping pertanian dan peternakan atau hasil ikutannya. Diharapkan mata rantai siklus menghasilkan produk baru yang memiliki nilai ekonomis tinggi, sehingga dengan sistem ini pemberdayaan dan pemanfaatan lahan marginal diseluruh daerah dapat lebih dioptimalkan .

Baharuddin (2011), menyatakan bahwa pengertian *zero waste* adalah tidak menghasilkan sisa-limbah, jelasnya dalam sinergi pertanian peternakan berkelanjutan diharapkan tidak ada produk yang terbuang. Semua proses produksi dan hasil produksi saling keterkaitan. Sinergi pertanian peternakan berkelanjutan dimaksudkan agar ada rotasi (perputaran) kebutuhan pupuk pertanian dan kebutuhan pakan ternak bisa terwujud dan tidak ada 'hasil' yang terbuang sebab semua termanfaatkan.

Salah satu konsep *zero waste* adalah dengan penerapan prinsip 3R yaitu, *reduce*, *reuse*, dan *recycle*. Atau untuk lebih singkatnya *zero waste* adalah pemanfaatan seluruh unsur bahan baku tanpa membuangnya sedikit pun (Siahaan, 2009).

Zero Waste Farming Sistem merupakan model pertanian yang berorientasi pada siklus penguraian makhluk hidup yaitu memanfaatkan limbah pertanian menjadi agen pupuk hijau, pestisida organik atau pakan

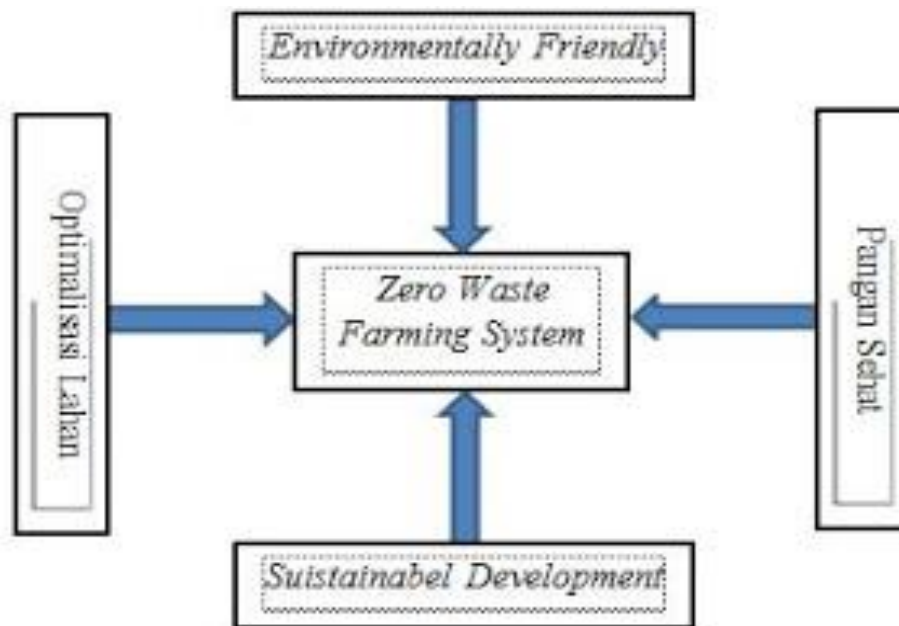
ternak serta mengurangi penggunaan senyawa kimia dalam mengolah lahan pertanian. Limbah pertanian sebagian besar mengandung selulosa, pati, dan senyawa antara seperti protein, lemak, vitamin dan mineral yang dapat digunakan sebagai ransum pakan ternak seperti sapi, kambing, dan itik. Disisi lain, hewan ternak menghasilkan kotoran yang dapat dikelola menjadi pupuk organik yang dapat menyuburkan tanaman.



Gambar 1 Siklus model pertanian *zero waste farming Sistem*

Aktivitas pertanian tidak jarang meninggalkan limbah residu kimia di tanah yang akhirnya menjadikan lahan mengalami krisis unsur hara. Sehingga perlu upaya perlakuan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Model pertanian *zero waste* tidak hanya berorientasi pada peningkatan produksi, namun melakukan rehabilitasi pada lahan kritis unsur hara sehingga nantinya dapat digunakan sebagai lahan pertanian produktif.

Model *zero waste farming sistem* memiliki empat prinsip utama yaitu, ramah lingkungan, rehabilitasi lahan, sistem berkesinambungan, dan pangan sehat.



Gambar 2 Prinsip Model *Zero Waste Farming Sistem*

Melalui model *zero waste farming sistem* maka penggunaan bahan kimia dapat dikurangi sehingga masa tanam lahan pertanian dapat dipertahankan. Selain itu, model pertanian ini dapat digunakan baik pada lahan kecil maupun lahan luas.

Menurut Ginting (2011), kebanyakan petani di Indonesia ternyata belum dapat memanfaatkan berbagai sumber daya yang tersedia dalam sistem usaha taninya secara optimal. Padahal dengan pengelolaan yang baik, hasil yang diperoleh dari usaha tani sistem integrasi tanaman dan ternak bisa lebih banyak daripada yang diperoleh sekarang.

C. Integrasi Tanaman Lada dan Ternak Kambing

Kendala dalam mengusahakan lada adalah hama dan penyakit serta menurunnya kesuburan lahan, sehingga mengakibatkan rendahnya produktivitas dan pendapatan usaha tani lada. Serangan hama dan penyakit mengakibatkan kerusakan dan kematian tanaman lada, sementara usaha pengendalian secara terpadu belum banyak dilakukan.

Petani lada belum banyak melakukan usaha perbaikan kesuburan lahan, konservasi kebun tidak dilakukan dan tanaman lada jarang dipupuk. Kesuburan lahan yang ditunjukkan dari kandungan bahan organik di beberapa lokasi di daerah utama pengembangan lada tergolong rendah, berkisar antara 1,9% dengan C/N rasio 9 dan pH tanah 4.3 (Farry, Y. et al., 2011).

Selama ini, lada di Indonesia dikembangkan dari tanaman yang berasal dari sulur panjat sehingga penanamannya harus menggunakan tiang panjat. Pada dekade terakhir, ketersediaan tiang panjat mati yang tahan lama cenderung semakin sulit di peroleh dan mahal. Penggunaan tiang panjat mati membutuhkan biaya 60% dari total biaya usaha tani. Selain menggunakan tiang panjat mati, pemilihan pohon rambatan yang tidak tepat akan menyebabkan produktivitas lada rendah karena terjadi kompetisi hara antara tiang penegak hidup dengan tanaman lada serta rendahnya intensitas cahaya karena tingkat naungan yang tinggi dari pohon penegak hidup (Wahid, 1998).

Introduksi teknologi pola tanam perlu mempertimbangkan faktor kompetisi antar individu sejenis (intraspesifik) dan berlainan jenis (interspesifik) dalam penggunaan sumber daya seperti ruang, hara, cahaya, air dan CO² pada habitat yang sama. Kompetisi intraspesifik dalam budidaya tanaman lada secara monokultur dapat di atur melalui pengaturan jarak tanam. Sedangkan kompetisi interspesifik dapat diatur melalui pemilihan jenis tanaman sebagai kombinasi dalam pola tanam lada.

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman lada dalam pola tanam ditentukan oleh jenis tanaman yang dikombinasikan. Untuk memilih pasangan tanaman yang di gunakan pada pola tanam dapat digunakan acuan: (1) Pasangan kombinasi harus dipilih sehingga *allelopati*, immobilisasi maupun pengurangan hara pada lapisan tanah yang sama dapat ditekan; (2) Pasangan tanaman harus mampu memanfaatkan ruang dan waktu seefisien mungkin serta menekan pengaruh kompetisi sekecil mungkin; (3) Pasangan tanaman harus mampu memanfaatkan CO², radiasi dan air dan tidak bersaing dengan tanaman lada; (4) Pasangan tanaman seharusnya memiliki kedalaman perakaran yang berbeda sehingga mampu memanfaatkan unsur hara dari lapisan yang berbeda; (5) Tidak terjadi kemungkinan adanya hama dan penyakit yang sama (Dhalimi, A., 1996).

Pengusahaan tanaman lada selama ini sebagian besar masih dilakukan secara tradisional dengan produktivitas tergolong rendah yaitu

sebesar 500 – 700 kg/ha/tahun. Hal ini disebabkan petani lada belum banyak melakukan usaha perbaikan kesuburan lahan dan tanaman lada jarang dipupuk. Salah satu usaha yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kesuburan lahan adalah melalui integrasi ternak kambing dengan tanaman lada dan gamal. Ternak kambing akan menghasilkan kotoran yang akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman lada dan gamal. Tanaman gamal menjadi pohon rambatan bagi tanaman lada.

Sistem pertanian dan peternakan terpadu dapat dikembangkan dengan prinsip dasar *low external input sustainable agriculture* (LEISA). Prinsip ini menghilangkan ketergantungan pada bahan baku input. Pemanfaatan sumber daya lokal dan memaksimalkan daur ulang menghasilkan usaha yang *zero waste* atau tanpa limbah. Sehingga semua hasil ternak atau tumbuhan yang dikembangkan dapat digunakan kembali. Salah satu peluang yang cukup besar untuk mengembangkan sistem integrasi dengan konsep *zero waste* adalah sistem integrasi perkebunan lada, gamal dan ternak kambing.

Sistem integrasi usaha perkebunan lada, gamal dan ternak kambing merupakan sistem pertanian yang kompleks, karena melibatkan berbagai subsistem yang saling terkait secara integratif. Sub sistem utama dalam sistem integrasi dimaksud terdiri dari komponen pertanian yang merupakan sumber nutrisi / pakan yaitu tanaman gamal yang merupakan pohon pelindung dan rambatan dari tanaman lada dan komponen peternakan yaitu ternak kambing sebagai pengguna nutrisi dari pakan

hijauan gamal. Kelengkapan kedua komponen utama dalam hubungan integratif akan menciptakan komponen utama lainnya yaitu komponen sosial ekonomi yang merupakan out put yang diharapkan dari sistem integrasi.

D. Komponen Pertanian

Komponen pertanian dalam sistem integrasi ternak kambing dengan perkebunan lada terdiri dari variabel lada dan gamal. Tanaman lada merupakan tanaman rempah yang cukup penting baik di tinjau dari segi perannya dalam menyumbang devisa negara, penyedia lapangan kerja, bahan baku industri dan kegunaannya yang sangat khas yang tidak dapat diganti dengan rempah lain.

Tanaman lada (*Piper nigrum L.*) tergolong ke dalam famili *Piperaceae*, dari ordo *Piperalis*, *Genus Piper*, spesies *Nigrum*. Tanaman lada berasal dari pantai Barat Ghats, Malabar India. Tanaman liarnya juga ditemui di perbukitan pegunungan Assam dan bagian utara Myanmar, hal ini mungkin berasal dari introduksi pada waktu waktu sebelumnya. Dari daerah asalnya di pantai barat India, lada di bawa oleh para pendatang Hindu ke Jawa antara tahun 100 SM dan 600 (Wahid, 1990).

Tanaman lada dapat tumbuh pada ragam tanah yang cukup luas seperti andosol, grumusol, latosol, podsolik, dan regosol asalkan memiliki tingkat kesuburan dan drainase yang baik. Selanjutnya Hardjowigeno (2010), menyatakan tanah yang baik sistem drainasenya akan menciptakan aerase yang baik sehingga akar tanaman lebih mudah

menyerap air, hara, CO₂ dan O₂. Drainase yang kurang baik akan berpengaruh buruk terhadap akar tanaman dan mikroorganisme tanah karena persediaan O₂ dalam tanah rendah sehingga pertumbuhan akar dan mikro organisme tanah menjadi tidak aktif.



Gambar 3 Tanaman lada (*Piper nigrum*) varietas natar 1 dengan tajar hidup dari pohon gamal (*Gliricidia sepium*).

Wahid (1986), menyatakan bahwa tanaman lada tumbuh baik dengan ketinggian 300 – 1.500 mdpl. Tanaman lada menghendaki sifat tanah yang (1) drainasinya baik; (2) struktur tanah remah; (3) daya menahan air baik; dan (4) kisaran derajat kemasamannya 5,5 – 6,9 . Selain sifat fisik tanah, perlu diperhatikan pula tingkat kesuburan tanah karena lada tergolong tanaman yang rakus hara (Wahid, 1990).

Syakir, M.. (2008), menyatakan bahwa tanaman lada menghendaki curah hujan yang tinggi dan terbagi merata setiap tahunnya. Curah hujan yang sesuai adalah 2.500 mm per tahun dengan kisaran 2.000 – 4.000

mm. Selanjutnya Suparman (1988), menyatakan bahwa lada mulai tertekan pertumbuhannya bila curah hujan per bulannya kurang dari 90 mm dan bulan kering lebih dari 3 bulan.

Suhu terbaik untuk pertumbuhan lada adalah suhu $23^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ dengan suhu rata rata siang hari 29°C . Menurut Zauban, R., (1979), suhu disekitar perakaran berpengaruh terhadap pembentukan sistem perakaran. Pada suhu yang lebih rendah (pada kisaran $8^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$) sistem perakaran yang terbentuk cenderung lebih kecil disebabkan oleh menurunnya kemampuan absorpsi air dan hara dan menyebabkan pola pertumbuhan tanaman akan terganggu. Suhu tanah yang baik sekitar $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ pada kedalaman 10 cm dan suhu tanah optimal untuk pertumbuhan akar sekitar $26^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$.

Tanaman lada menghendaki kelembaban optimal 60 – 80 % (Wahid dan Zauban, 1990). Selanjutnya Dhalimi (1998) menambahkan bahwa semakin tinggi tingkat naungan kelembaban tanah dan kelembaban relatif udara semakin besar, sedang suhu udara, suhu tanah dan intensitas radiasi semakin menurun menghambat indeks pertumbuhan dan laju pertumbuhan pertanaman. Kelembaban udara mempengaruhi proses – proses fotosintesis dan transpirasi. Proses fotosintesis berlangsung secara optimal dan menguntungkan jika kandungan uap air di udara (kelembaban nisbi) sekitar 50 – 90%. Kelembaban nisbi yang terlalu rendah menyebabkan kekeringan pada tanaman akibat laju transpirasi yang tinggi (Wahid, 1986).

Manohara, D. dkk. (2006), menyatakan bahwa tanaman lada termasuk tanaman lindung dengan lintasan fotosintesis tergolong tanaman C3. Menurut Dhalimi, dkk (1998) pertumbuhan tanaman lada pada intensitas naungan di atas 44% (cahaya kurang dari 56%) akan terhambat karena kurang energi matahari, sehingga proses fotosintesis akan terbatas. Pada intensitas cahaya tinggi, kenaikan laju fotosintesis tidak linier, terbukti tanaman pada naungan 27% lebih baik pertumbuhannya di banding dengan naungan 44% dan di bawah naungan 72%.

Tanaman lada tergolong adaptif terhadap naungan yang dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di bawah intensitas radiasi surya 50 – 75%. Peningkatan intensitas radiasi surya, suhu udara dan suhu tanah sampai batas tertentu dapat meningkatkan indeks pertumbuhan dan laju tumbuh pertanaman. Indeks pertumbuhan dan laju tumbuh pertanaman terbaik di hasilkan oleh tanaman di bawah naungan 27% Syakir, M (2008).

Selain kesesuaian faktor lingkungan, untuk pertumbuhan tanaman yang baik diperlukan ketersediaan unsur hara dalam keadaan cukup dan seimbang dalam tanah. Penambahan unsur hara pada tanah agar diperoleh pertumbuhan dan produksi yang lebih baik serta untuk mengganti unsur hara yang ada dalam tanah yang terangkat bersama hasil dan limbah tanaman (Suprpto,. et al,. 2004).

Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh reaksi reaksi kimia tanah terutama oleh pH. Efisiensi dari pemupukan tergantung pada bebarapa

faktor termasuk faktor tanah sebagai media tempat tumbuh yang paling dominan pengaruhnya dan jenis pupuk dalam zona perakaran. Secara umum tanaman lada untuk tumbuh dan berproduksi secara baik membutuhkan unsur hara relatif banyak.

Hasil penelitian Wahid P dan Nuryani . (1990), menunjukkan bahwa pemupukan terbaik tanaman lada adalah dengan 400 – 600 g NPK Mg dengan komposisi 12:12:17:2 untuk tiap tanaman dengan interval pemupukan tiga kali dalam setahun disertai dengan pemberian 500 g dolomit per pohon dalam satu tahun dengan pupuk organik sebanyak 5 – 10 kg/tanaman.

Murni, A dan R. Faodji (1990) mengatakan bahwa lada merupakan tanaman yang rakus unsur hara. Untuk menghasilkan 1 kg buah lada hitam dibutuhkan 32 gr N, 5 gr P₂O₅, 28 gr K₂O, 8 gr CaO, dan 3 gr MgO. Hasil penelitian dari Balitro menunjukkan bahwa tanaman lada sangat responsif terhadap pemupukan (Dhalimi M. et. al., 2008).

Kebutuhan unsur hara bagi tanaman lada cukup tinggi dan digolongkan oleh para botanist sebagai tanaman yang membutuhkan asupan unsur hara tinggi (*high nutrient demand crop*). Yap (2012) menganjurkan pemupukan lada umur 3 tahun dengan dosis NPK 390:62:352 kg/ha/tahun. Lebih lanjut dikatakan, tanaman lada dewasa menyerap unsur hara makro NPK secara kumulatif dari tanah masing masing sebanyak 393,1 kg N, 46,4 kg P₂O₅ dan 364,9 Kg K₂O/Ha/Tahun.

Sementara itu Waard (1979) melaporkan penggunaan pupuk organik yang disertai dengan pupuk anorganik dengan dosis 400 kg N, 180 kg P, 480 kg K, 425 kg Ca dan 110 Kg Mg per hektar mampu mengurangi gejala penyakit kuning dan meningkatkan hasil lada secara signifikan.

Umumnya petani memberikan pupuk unsur NPK sebanyak 0,2-1 kg/batang/tahun bagi tanaman yang sudah menghasilkan. Padahal standarnya adalah 2,4 kg pupuk NPKMgO/batang/tahun bila menggunakan pupuk kimia saja dan 1,8 kg jika dipadukan dengan pupuk organik (Pasril, 2007).

Variabel lain dari komponen pertanian adalah gamal (*Glisiride sepium*) . Gamal merupakan sumber nutrisi utama bagi ternak kambing dan sumber hara kompos untuk tanaman lada, gamal dalam sistem integrasi.

Tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) tergolong famili *Fabaceae/Leguminosa/Papilionoideae* dari ordo *Faboideae*, Genus *Gliricidia*, spesies *G. Sepium*. Pohon gamal termasuk tumbuhan dikotil, organ vegetatif tumbuhan ini terdiri dari akar, batang, dan daun. Akar, batang dan daun terdiri dari 3 sistem jaringan yang sama, yaitu sistem jaringan dermal/penutup, sistem jaringan pembuluh dan sistem jaringan dasar.

Gamal merupakan tanaman pakan ternak yang baik karena kemampuan produksinya tinggi dan kualitas hijaunnya yang baik. Daun gamal mengandung banyak protein dan mudah dicernakan sehingga

cocok untuk pakan ternak khususnya ruminansia. Kecernaan bahan kering merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas pakan. Semakin tinggi kecernaan bahan kering maka semakin tinggi pula peluang nutrisi yang dapat di manfaatkan oleh ternak untuk pertumbuhannya. (Cakra, I et. al., 2014). Sedangkan kecernaan bahan organik menggambarkan ketersediaan nutrient dari pakan (Daning et al., 2018)

Susunan zat makanan yang terkandung dalam daun gamal dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah kesuburan tanah, musim, umur tanaman, dan selang pemotongan. Daun gamal mengandung nilai gizi yang cukup tinggi terlihat dari beberapa penelitian yang di rangkum pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 . Komposisi kimia dan kandungan nutrisi hijauan daun gamal

Sumber	Bahan kering	Bahan Organik	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	Ca	P
Hartati et al., (1980)	25	-	25,7	8,6			
Mathius et al.,(1981)	19		20,7	8,9			
Virsoni et al., (2015)	23,5			3,1	16,8	1,4	18
Rangkuti et al.,(1984)	26		27,3	6,6		1,6	0,3
Lab Analitik Untad, Palu (2015)	42,7		18,3		38,2		
Lab. Biokimia Nutrisi UGM	90,3*	90,7**	24,7	15,8	15,20		

Sumber: Di rangkum dari berbagai sumber, 2018

(*Kecernaan BK = 37,99 **Kecernaan BO = 45,16)

Kandungan hara daun gamal terdiri dari kandungan bahan organik 36,9 – 40%, Kandungan N 2,4 – 3,7 %, kandungan P 0,2%. Kandungan K 0,9 – 2,2@, kandungan K 0,9 – 2, 2%, Ca 1,9 – 3,2% dan Mg 0,5 – 0,8% (Atekan dan Surahman, 2004)

Soebarinoto (2008) mengatakan berbagai fungsi tanaman penambat N antara lain sebagai sumber kayu api dan arang, pakan, penyubur tanah, kayu bangunan dan sebagai pangan untuk manusia. Dengan demikian tanaman penambat N sangat ideal digunakan sebagai tanaman integrasi dalam sistem pertanian terpadu.

Pemberian pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan unsur hara dalam tanah, memperbaiki sifat biologi tanah, dan meningkatkan bahan organik dalam tanah. Tanaman gamal merupakan salah satu jenis *leguminoceae* dengan kandungan unsur hara yang tinggi. Purwanto (2007) menguraikan gamal yang berumur satu tahun mengandung 3-6% N, 0,31% P, 0,77% K, 1,35 Ca dan 0,41% Mg, 15-30% serat kasar dan 10% abu.

Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur hara tanah setelah pemberian pupuk daun gamal dapat meningkatkan kandungan N dalam tanah yang disebabkan oleh tingginya kandungan N dalam daun gamal. Kandungan jaringan daun gamal adalah 0,7% N, 0,15% P dan 1,52% K berdasarkan metode analisis N-Kjeldahl, P dan K-Eks. H₂SO₄+H₂ (Seni at al., 2013).

E. Komponen Peternakan.

Komponen peternakan dalam sistem integrasi perkebunan lada dan ternak kambing adalah ternak kambing (*Capra aegagrus hircus*). Kambing termasuk dalam bangsa *Caprinae*, famili *Bovidae*, sub famili *Caprianea*, spesies *Artidactyla* dan sub ordo *Ruminansia*.

Kambing merupakan ternak yang banyak dipelihara oleh masyarakat luas, karena memiliki sifat yang menguntungkan bagi pemeliharannya seperti, ternak kambing mudah berkembang biak, tidak memerlukan modal yang besar dan tempat yang luas, dapat digunakan memanfaatkan tanah yang kosong dan membantu menyuburkan tanah, serta dapat dibuat sebagai tabungan (Suprpto, 2004).



Gambar 4 Ternak kambing (*Capra aegagrus hircus*) dengan pakan dari daun gamal.

Dalam sistem integrasi, struktur, jumlah dan dinamika populasi ternak dapat direncanakan berdasarkan beberapa parameter demografik kambing antara lain prolifikasi, fertilitas dan fekunditas (Charry et al., 1992). Parameter demografik kambing yang penting dalam menentukan tingkat dinamika populasi dalam suatu sistem produksi disajikan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Parameter demografik , variabel dan fungsinya dalam mengukur produktivitas individu atau sekelompok populasi (flick) kambing dalam satu sistem produksi.

Parameter Demografik	Fungsi	Nilai	Sumber
Prolifikasi	$\frac{\sum \text{anak lahir}}{\sum \text{induk melahirkan}}$	1,6	1,2,3,4
Fertilitas	$\frac{\sum \text{induk melahirkan}}{\sum \text{induk kawin}}$	1,0	7
Fekunditas	$\frac{\sum \text{anak lahir}}{\sum \text{induk kawin}}$	1,6	7
Mortalitas prasapah	$\frac{\sum \text{anak mt prasapah}}{\sum \text{anak lhr\&hidup}}$	0,25	2,5
Mortalitas Pasca sapah	$1 - (\frac{\sum \text{anak l thn}}{\sum \text{anak sapah}})$	0,15	
Mortalitas induk	$1 - (\frac{\sum \text{induk akhir}}{\sum \text{induk awal}})$	0,04	1
Mortalitas Pejantan	$1 - (\frac{\sum \text{pejantan akhir}}{\sum \text{pjntn awal}})$	0,04	
Mortalitas Calon induk	$1 - (\frac{\sum \text{induk 12 bln}}{\sum \text{clon induk sapah}})$	0,04	7
Mortalitas calon Pejantan	$1 - (\frac{\sum \text{pjntn 18 bln}}{\sum \text{cln pjntn sapah}})$	0,04	7
Lama sebagai induk	Umur di afkir-umur menjadi induk	3,0	1
Lama sebagai pejantan	Umur di afkir-umur menjd pejantan	3,0	1
Ratio Pejantan/induk	$\frac{\sum \text{pejantan}}{\sum \text{induk}}$	0,1	7
Ratio anak jantan/anak betina	$\frac{\sum \text{anak jantan lhr}}{\sum \text{anak betina lahir}}$	0,5	7
Selang beranak	$\frac{\sum \text{bulan antara 2 kelahiran berurutan}}$	0,67	1,6

Sumber: 1). Knipscher et al., (1984), 2). Atabany (2001), 3). Setiadi dan Sitorus (1984), 4). Astuti et al., (1984), 5). Devendra dan Burns (1979), 6). Awaluddin dan otham (2004)

Perhitungan jumlah dan struktur populasi kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan lada, gamal dapat dilakukan menggunakan metode aljabar. Dalam perhitungan digunakan satuan kambing sebagai unit populasi dan selanjutnya di konversi ke satuan ekor pada setiap status fisiologis tertentu.

Jumlah induk yang digunakan sebagai populasi dasar dihitung dengan persamaan :

$$\sum \text{induk} = X \quad (1)$$

Jumlah pejantan yang diperlukan dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{Pejantan} = (10/100X) \times 0,75 = 0,075X \quad (2)$$

dimana:

10/100 = ratio pejantan/induk

0,75 = nilai satuan kambing

Jumlah anak lahir –umur 3 bulan per tahun dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{anak lahir – 3 bulan} = (1,6/0,67 \times X) \times 0,75 = 1,791 X \quad (3)$$

dimana:

1,6 = prolififikasi

0,67 = selang beranak

0,75 = tingkat anak hidup

Jumlah anak (>3-6 bulan) per tahun dihitung dengan persamaan :

$$\sum \text{anak (>3-6 bulan)} = 1,791 X) \times 0,95 \times 0,52 \times 0,25 = 0,22X, \quad (4)$$

dimana:

0,95 = tingklat anak hidup

0,52 = nilai satuan kambing

0,25 lama dalam status fisiologi umur > 3 – 6 bulan (tahun)

Jumlah anak (>6-9 bulan) per tahun dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \sum \text{anak (>6-9 bulan)} &= (1,701 X) \times 0,95 \times 0,64 \times 0,25 \\ &= 0,259X \end{aligned} \quad (5)$$

dimana:

0,95 = tingklat anak hidup

0,64 = nilai satuan kambing

0,25 lama dalam status fisiologi umur > 6-9 bulan (tahun)

Jumlah anak (>9-12 bulan) per tahun dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \sum \text{anak (>9-12 bulan)} &= (1,616 X) \times 0,95 \times 0,55 \times 0,25 \\ &= 0,211X \end{aligned} \quad (6)$$

dimana:

0,95 = tingkat anak hidup

0,64 = nilai satuan kambing

0,25 lama dalam status fisiologi umur > 9 - 12 bulan (tahun)

Penjumlahan seluruh persamaan (1) – (6) kecuali persamaan (3) karena kebutuhan nutrisi kelompok anak sampai umur 3 bulan di asumsikan dipenuhi oleh susu induk, dengan sendirinya menjelaskan hubungan antara jumlah maksimal induk menurut daya dukung pakan yaitu :

$$\begin{aligned} X + 0,076 X + 0,220X + 0,259X + 0,215X &= 1,77X \leq \text{daya} \\ \text{tampung} & \quad (7) \end{aligned}$$

Persamaan (7) di asumsikan bahwa semua anak kambing berumur satu tahun dikeluarkan dari sistem sebagai produk untuk memenuhi kebutuhan pasar. Dengan mengetahui besaran jumlah induk maka struktur populasi berdasarkan berbagai status fisiologi kambing dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2), (4), (5) dan (6) untuk berbagai tipologi usaha perkebunan lada.

Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan ternak, bagian tubuh yang erat hubungannya dengan bobot badan adalah umur, genetik, jenis kelamin, keadaan ternak dan lingkungan ternak

(Suprpto, 2004). Munir (2006), menambahkan bahwa umur, bobot badan genetik, jenis kelamin, dan makanan mempengaruhi persentase daging, lemak dan tulang pada setiap peningkatan bobot badan. Pertumbuhan merupakan peningkatan bobot badan sampai ternak mencapai bobot tertentu sesuai dengan kedewasaan tubuh (Bulo, 2002).

Pasambe (1998) menyatakan umur dan bobot badan pada saat pubertas pertama merupakan faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas dari ternak, semakin cepat ternak mengalami siklus pertama dengan bobot badan yang baik maka produksi ternak tersebut akan lebih meningkat. Mathius (1981), mengungkapkan umur siklus pertama sangat tergantung dari bangsa, jenis kelamin dan lokasi pemeliharaan. Pada umumnya umur 6 – 8 bulan kambing telah dewasa kelamin, tapi sebaiknya kambing dikawinkan pada umur 10 – 12 bulan karena telah mengalami dewasa tubuh, kambing yang bunting pada umur 6 – 8 bulan beresiko kematian pada induk dan anaknya.

Kualitas kambing yang ditenakkan dipengaruhi oleh lingkungan seperti pakan dan kandang. Ketersediaan pakan yang baik dan berkualitas sangat diperlukan dalam meningkatkan produktivitas ternak. Ada empat kategori pakan yang memiliki potensi sebagai sumber pakan yaitu: (1) tanaman pakan ternak (rumput alam maupun rumput introduksi, *leguminosa herba* dan tanaman pohon multi guna); (2) hasil sisa/samping tanaman pangan; (3) hasil samping industri-agro; dan (4) bahan pakan

non-konvensional yang belum umum digunakan namun memiliki potensi sebagai pakan (Ginting, 2011).

Selain lingkungan dan pakan pertumbuhan kambing juga sangat dipengaruhi kandang. Kebutuhan kandang ternak kambing betina bunting dan jantan adalah 125 cm x 150 cm/ekor. Sedangkan untuk kandang kolektif 300 cm x 150 cm dengan tinggi 175 cm untuk 4 ekor kambing. Sedangkan untuk anak lepas sapi (umur 2-4 bulan) membutuhkan kandang 100 cm x 125 cm/ekor (Sarwono. 2011).

Standar kebutuhan protein kasar untuk kambing sebesar 38 gr/ekor/hari dan bahan kering 480 g/ekor/hari (NRC, 1981 dalam Cheeke, 1991). Kushartono. (2005), menyatakan bahwa pemberian gamal pada kambing secara tunggal menghasilkan pertumbuhan yang positif yaitu +80,12 g/ekor/hari.

Pakan kambing sebagian besar dari hijauan yaitu rumput dan daun-daunan tertentu seperti daun leguminosa. Kambing sangat efisien dalam mengubah pakan berkualitas rendah menjadi protein yang berkualitas tinggi (Silalahi, 2003).

Pemberian pakan hijauan diberikan 10% dari bobot badan (Hartadi, 1993). Data mengenai kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan bobot badan dan penambahan bobot badan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 :Kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan bobot badan dan penambahan bobot badan

Berat Badan(Kg)	Kebutuhan Nutrisi					PBB (gr)
	BK (Kg)	TDN (Kg)	PK (gr)	Ca (gr)	P (gr)	
10	0,35	0,30	31	1,9	1,5	75
15	0,50	0,36	28	2,2	1,7	75
20	0,62	0,46	48	2,8	2,1	100
25	0,74	0,60	53	3,1	2,3	100
30	0,84	0,60	63	3,7	2,7	125
45	1,05	0,69	72	4,1	3,1	125

Sumber: Hartadi, 1993).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan protein dalam ransum dapat menghasilkan penambahan bobot hidup yang lebih tinggi pada kambing (Martawidjaja et al., 1996).

Pemberian pakan gamal pada ternak kambing betina lokal yang dikombinasikan dengan jerami jagung yang telah diinokulasi dengan fungi *Trichoderma*, sp (limbah olahan) berpengaruh nyata pada penambahan bobot badan harian ternak tapi tidak berpengaruh nyata pada akonsumsi bahan kering dan efisiensi penggunaan pakan. Pertambahan berat badan harian ternak kambing yang diberi pakan 60% jeramih jagung olahan dan 40% gamal sebesar 91 gr/ekor/hari (Islamiyah, R. Et al, 2013).

Standar kebutuhan protein kasar untuk hidup pokok bagi kambing betina hanya 38 gr/ekor/hari dan bahan kering 480 gr/ekor/hari (NRC, 1981) dalam Cheeke (1999). Berdasarkan penelitian yang di lakukan Mathius,. 1991 dikemukakan bahwa manfaat daun gamal bagi pertumbuhan bobot badan ternak kambing sebesar 80 gr/hari.

Menurut hasil demplot pemberdayaan Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Curio, pada sistem integrasi tanaman lada, gamal dan

ternak kambing, fungsi lahan bisa di maksimalkan dengan menambah komponen jagung dan cabai dengan sistem tumpang gilir. Pergiliran tanam jagung dan cabai dapat di lakukan sesuai musim dimana jagung di tanam di awal musim hujan dan satu bulan sebelum panen sudah dilakukan penyulaman dengan cabai (Syawaluddin, 2015).

Pada sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing, penentuan kebutuhan pakan dan konsumsi bahan kering (BK) atau *dry matter intake* (DMI) yang didasarkan pada rekomendasi Kears (1992), yakni 3,6 % dari berat badan ternak, maka untuk dapat memenuhi kebutuhan harian ternak akan bahan kering, harus menyediakan pakan sebanyak 3,6 kg dari berat badan ternak.

Hasil sampingan dari usaha ternak kambing berupa kotoran ternak, dapat diolah menjadi kompos. Pemberian kompos pada pertanaman lada, gamal akan meningkatkan produktivitas tanaman dengan biaya yang lebih efisien. Dengan pemberian pupuk organik dari kotoran kambing pada tanaman lada kesuburan tanah meningkat dan produktivitas lada meningkat rata-rata 576 kg/ha/tahun, lebih baik dari kebiasaan petani dengan produksi hanya 266 kg/ha/tahun. Selanjutnya pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk organik pada tanaman lada mampu meningkatkan produktivitas lada sebesar 139,30% selama periode 3 tahun. Dengan demikian, penggunaan kompos dari kotoran ternak dapat meningkatkan produksi pakan hijauan yang selanjutnya akan meningkatkan produktivitas ternak kambing. Hal ini merupakan suatu nilai

tambah yang dapat meningkatkan kesejahteraan petani (Andi Ella dan M Kadang, 2004)

Cara meningkatkan produksi tanaman tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan unsur hara dalam tanah. Unsur hara tersebut, diantaranya yaitu: hidrogen, oksigen, karbon, nitrogen, potasium, fosfor, sulfur, magnesium, dan besi. Karbon, oksigen dan hidrogen dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak, namun karena ketersediaannya yang cukup terpenuhi dari air dan udara menyebabkan ketiga unsur tersebut kurang mendapat perhatian dalam mempertimbangkan kebutuhan zat hara. Sedangkan zat hara lainnya selalu mendapat perhatian dalam upaya peningkatan produksi tanaman. Hal ini disebabkan ketersediaan unsur tersebut di dalam tanah sangat terbatas (Sri Adiningsi 1979).

Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik/kompos akan mengganggu sifat fisik tanah. Pemberian pupuk anorganik yang terus-menerus akan kurang bermanfaat bagi tanaman. Hal tersebut disebabkan komponen hara yang terdapat dalam pupuk anorganik tidak dapat diikat oleh partikel tanah/bahan organik dan akan tercuci dengan adanya aliran air. Sifat fisik tanah diketahui sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Kondisi fisik tanah menentukan penetrasi akar ke dalam tanah, retensi air, drainase, aerasi dan hara. Sifat fisik tanah juga dapat mempengaruhi sifat kimia dan biologi tanah. Penurunan kandungan bahan

organik tanah, mengakibatkan kapasitas tukar kation menjadi berkurang (Cook, 1962).

Menurut Matius (1981), sisa pakan hijauan yang terbuang/tidak dikonsumsi berkisar 40 – 50% hijauan pakan segar dari pemberian. Apabila nilai pencernaan bahan kering pakan yang dikonsumsi diperkirakan 50%, maka konsumsi pakan yang akan dikeluarkan dalam bentuk feses adalah sebesar 4,0 kg kotoran segar atau setara dengan 1,8 kg bahan kering (bahan kering feses 45%) per hari per ekor.

Hasil analisis laboratorium terhadap bahan kering dan kandungan nitrogen feses kambing dari pengamatan pencernaan beberapa bahan pakan yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa feses kambing mengandung bahan kering dan nitrogen berturut-turut sebesar 40 – 50% dan 1,2 – 2,1%. Produksi urine kambing dari beberapa pengamatan pencernaan bahan pakan memberikan kisaran antara 600 sampai 2.500 ml/hari dengan kandungan nitrogen yang bervariasi (0,51 – 0,71%). Variasi kandungan nitrogen feses urine tersebut bergantung pada pakan yang dikonsumsi, tingkat kelarutan protein kasar pakan, kemampuan ternak untuk memanfaatkan nitrogen asal pakan. Atas dasar tersebut, maka jumlah rata-rata bahan kering dan nitrogen kotoran kambing yang dapat dihasilkan setiap harinya dengan rata-rata total berat badan ternak 120 kg, Interval pengambilan kotoran 3 bulan dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perkiraan produksi bahan kering dan nitrogen dari kotoran kambing.

Uraian Produksi per hari	Segar (kg)	Bahan kering		Nitrogen		Fosfor	
		(%)	(kg)	(%)	(g)	(%)	(g)
Sisa pakan	14,2	25	3,5	1,28	44,8	0,3	10,5
Feses	4	45	1,8	1,6	28,8	0,7	12,5
Urine	1.000	-	-	0,6	9	-	-
Total	19,2		5,3		82,6		23
Produksi	1.728		477		7.434*		2.070

*Setara dengan 16,2 Kg urea (kandungan N = 48%)

Sumber: I-Wayan Mathius, dalam Wartazoa Vol 3, No 2, Maret (1994)

Kotoran ternak kambing mengandung bahan organik yang dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman melalui suatu proses perombakan (dekomposisi). Belum banyak data yang melaporkan hasil pengamatan penggunaan pupuk organik untuk produksi tanaman pertanian baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Namun demikian penggunaan kotoran ternak dalam bentuk kompos sebagai pupuk organik telah banyak diterapkan (Sri Ardiningsih, 1979).

Sarif (1985) melaporkan bahwa pupuk kandang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor yang hampir sama dengan yang berasal dari TSP. Juga dikatakan bahwa pupuk kandang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta memperbaiki sistem perakaran tanaman sehingga serapan unsur hara oleh tanaman meningkat.

Tabel 5. Sifat kimia pupuk TSP dan pupuk kandang

Sifat Kimia	TSP*	Pupuk Kandang**
Bahan Organik:		
C (%)	-	47,28
N (%)	-	1,67
Sulfur (mg)	-	47,28
Fosfor	45,8 %	236,4 (ppm)
Susunan Kation:		
Ca (me/100g)	0,10	7,97
Mg (me/100g)	0,46	3,13
K (me/100g)	-	5,85
Na (me/100g)	0,82	0,15
Jumlah kation	1,38	17,10
Hara Mikro:		
Fe (ppm)	1,1	12,52
Cu (ppm)	8,0	3,27
Zn (ppm)	58,0	4,30
SiO ₂ (ppm)	-	109,20

Sumber : * Hakim dan Soediyarso, 1985)

** Burbey dkk, (1988)

Perbandingan unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang dari berbagai hewan tergantung dari perbandingan makanan dan jenis pakan yang diberikan. Secara umum, Tisdale dan Nelson (1975) mengemukakan bahwa pupuk kandang padat yang berasal dari kotoran ternak kambing terdiri dari 0,75% N, 0,50 % P₂O₅ dan 0,45% K₂O. Berdasarkan pada kandungan hara tersebut di atas , maka dapat ditentukan kontribusi N, P dan K kotor dari total pupuk kandang yang dihasilkan.

Karena biasanya pupuk kandang tidak langsung digunakan, maka akan terjadi kehilangan unsur hara. Menurut Rinsema (1986) kehilangan unsur N, P dan K selama penyimpanan terjadi berbagai proses transformasi didalam pupuk ataupun hilang akibat pengurasan. Selama

transformasi kehilangan Nitrogen dapat mencapai 30%, sedangkan fosfat dan kalium relatif kecil. Sementara jika terjadi pengurasan maka kehilangan masing masing unsur 0,1% N, 0,03% P₂O₅ dan 0,35% K₂O.

Penghitungan jumlah penguapan unsur unsur N, P dan K dilakukan dengan mengalikan besar kontribusi kotor masing masing unsur dan jumlah penguapan masing masing unsur dengan jumlah penguapan sebesar 15 untuk nitrogen dari pupuk kandang kambing dan untuk pengurasan masing masing dikalikan 0,1% untuk N, 0,03% P₂O₅ dan 0,35 % untuk K₂O. Akhirnya dapat diperoleh kontribusi bersih dengan mengurangi kontribusi kotor pupuk kandang dengan jumlah penguapan di tambah jumlah pengurasan (tabel 6)

Tabel 6 : Kontribusi hara nitrogen, posfat dan kalium yang berasal dari pupuk kandang kambing.

Uraian	Jenis Unsur Hara		
	N	P ₂ O ₂	K ₂ O
Kontribusi Kotor	0,75	0,5	0,45
Menguap	0,15	-	-
Terkuras	0,1	0,03	0,35
Kontribusi Bersih	0,5	0,47	0,1

Sumber: Suharyanto, Et al, 2001

Jenis unsur hara makro utama dalam pupuk kandang adalah Nitrogen, Fosfat dan Kalium. Kandungan nitrogen dalam pupuk kandang berbeda dengan nitrogen yang ada dalam pupuk buatan. Nitrogen dalam pupuk kandang sudah dicernakan dalam bentuk protein persenyawaan amonium dan amoniak. Reaksi kerja nitrogen dalam pupuk kandang

berbeda dengan reaksi kerja nitrogen dalam pupuk buatan. Perbandingan antara keduanya ditunjukkan dengan faktor kerja (*working coefficient*) dari nitrogen pupuk kandang terhadap nitrogen pupuk buatan. Hal ini juga disebut nilai pupuk buatan dari nitrogen pupuk kandang yang biasanya dinyatakan dalam persentase. Menurut Rinsema (1986) faktor kerja nitrogen dalam pupuk kandang berkisar antara 20 -40%. Karenanya konversi kandungan nitrogen pupuk kandang ke pupuk buatan harus mengacu pada faktor kerja tersebut. Fosfat dan kalium didalam pupuk kandang padat nilainya sama dengan yang di kandung dalam pupuk buatan. Oleh karenanya pengurangan berdasarkan faktor kerja tidak dilakukan.

Konversi hara pupuk kandang setara pupuk buatan mengacu pada kandungan N, P_2O_5 dan K_2O pupuk buatan. Mulyani dan Kartasapoetra (1991) mengemukakan bahwa jumlah kandungan hara dalam pupuk buatan adalah Urea 45% N, SP36 38% P_2O_5 dan KCl 55% K_2O . Berdasarkan acuan tersebut maka nilai unsur hara setara pupuk buatan dapat dihitung dengan mengalikan kontribusi bersih masing masing unsur dengan jumlah kandungan unsur pada masing masing pupuk berdasarkan acuan di atas, kecuali unsur nitrogen terlebih dahulu harus di kalikan dengan faktor kerja sebesar 40%. Nilai tersebut bukan merupakan nilai pupuk kandang jika di jual langsung melainkan nilai setara pupuk buatan.

Tabel 7 : Hasil konversi pupuk kandang kambing setara pupuk buatan.

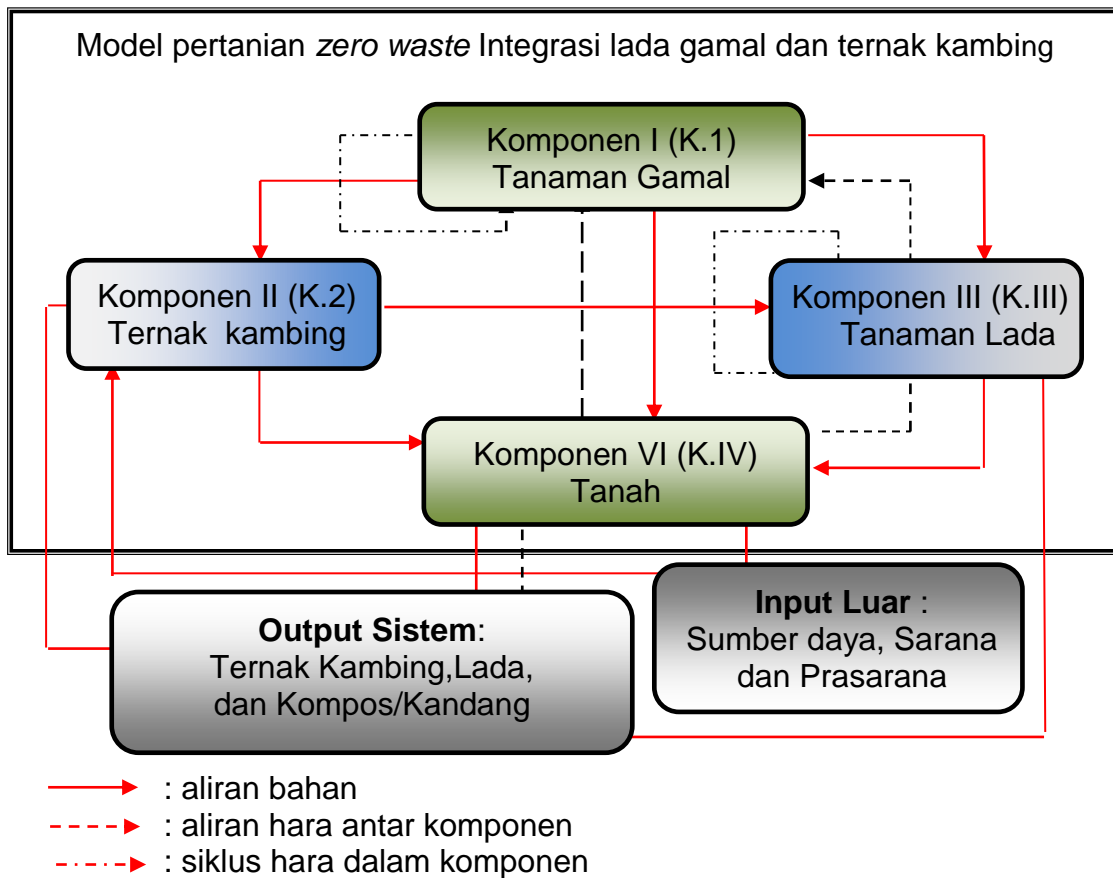
Jenis Kandungan Hara Pupuk Kandang Kambing	Kontribusi Bersih	Hara Pupuk Buatan (%)	Jenis Pupuk Buatan	Hara Setara Pupuk Buatan
N	0,5	45	Urea	44,44
P ₂ O ₅	0,47	38	SP36	1,24
K ₂ O	0,1	55	KCl	0,18

Sumber: Ratule, M.T. et al, (2000).

Pupuk kandang kambing pada umumnya memiliki C/N rasio yang cukup tinggi berkisar 25% sampai 35%. Ini menyebabkan pengomposan mutlak di lakukan agar C/N rasionya menurun dan unsur hara dari pupuk dapat langsung diserap oleh tanaman. Menurut Mathius (1984) kandungan unsur hara dari pupuk kandang kambing antara lain 31% bahan organik, 0,75% nitrogen, 0,5% P₂O₅, 0,45% K₂O, dan 0,4% CaO.

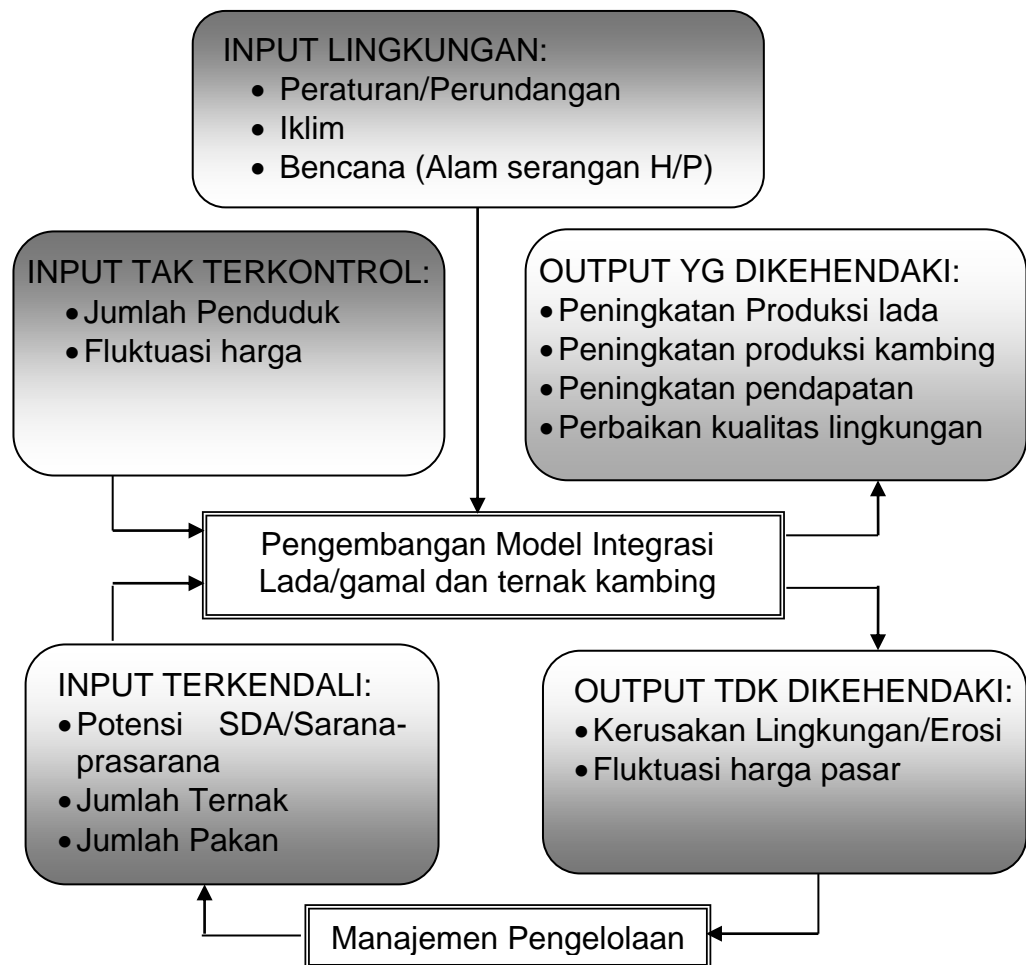
Pada sistem integrasi dapat meningkatkan daya tampung ternak kambing menjadi 23 ekor/ha/tahun dibanding 10 ekor/tahun pada sistem konvensional (Silalahi., 2003).

Sehubungan dengan pembahasan diatas, maka dapat dijelaskan bahwa integrasi ternak kambing dengan perkebunan lada dengan tanaman gamal akan menjadi suatu sistem integrasi pola pertanian *zero waste*.



Gambar 5. Aliran bahan dan hara integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing sistem LEISA di Kabupaten Enrekang

Integrasi tanaman lada dan gamal dengan ternak kambing memungkinkan limbah dari tanaman dan ternak itu saling dimanfaatkan. Limbah lada dan gamal menjadi makanan bagi ternak kambing, sementara limbah dari ternak kambing dapat menjadi pupuk bagi tanaman lada dan gamal. Integrasi keduanya bisa dikelola dalam suatu sistem pertanian *zero waste*.

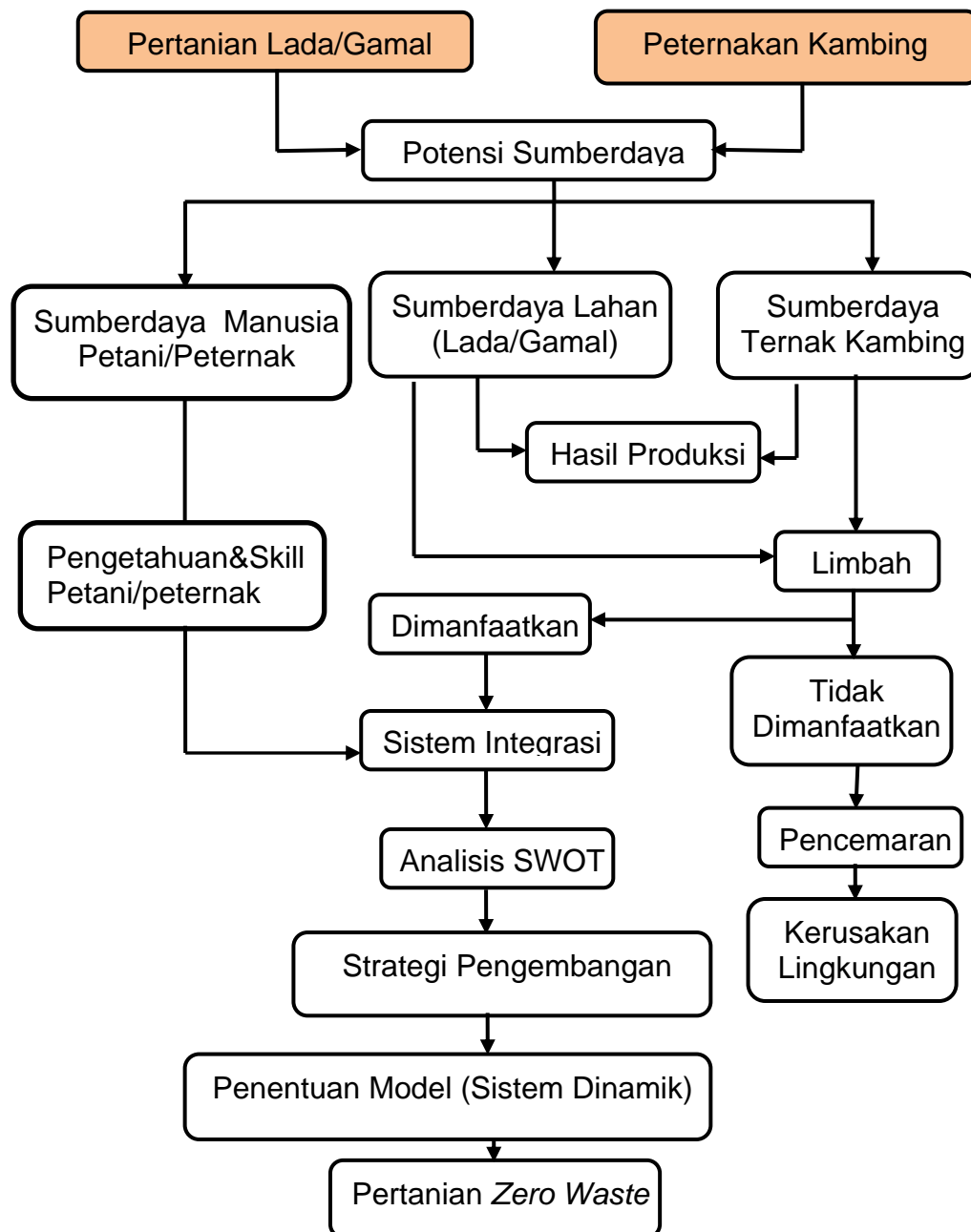


Gambar 6. Diagram *output input* model *black box* integrasi lada, gamal dan kambing

Upaya peningkatan kesejahteraan petani lada dan peternak kambing dapat ditingkatkan dengan sistem integrasi tanaman lada dengan ternak kambing. Hal ini sangat besar peluangnya untuk dikembangkan karena perkebunan lada dan ternak kambing merupakan jenis usaha yang banyak digeluti masyarakat di Kabupaten Enrekang.

Namun demikian, dalam rangka mewujudkan penerapan sistem integrasi perkebunan lada, gamal dengan ternak kambing dalam pola pertanian *zero waste*, dibutuhkan analisis. Hasil analisis ini nantinya akan

memberikan gambaran tentang model integrasi dan strategi pengembangan yang optimal secara berkelanjutan. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka secara skematis kerangka konseptual penelitian tertera pada Gambar 7.



Gambar 8. Kerangka Konseptual Penelitian

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

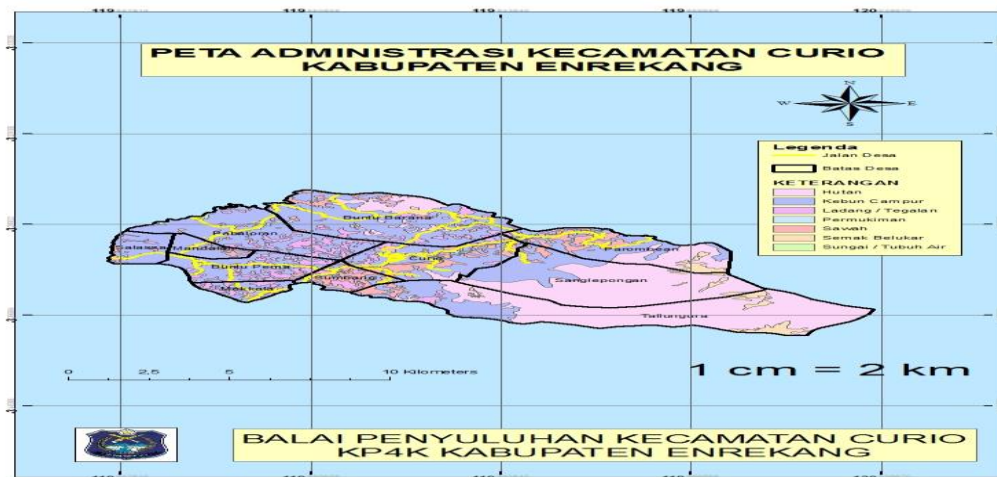
A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah bersifat eksploratif yang berusaha untuk mengungkapkan data yang bersifat deskriptif, gambaran yang sistematis, faktual serta akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antara fenomena yang diamati yang dideskripsikan sejumlah variabel yang berhubungan dengan objek penelitian untuk mengeksplorasi sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing, menyelesaikan permasalahan dalam sistem integrasi dan menjawab tujuan penelitian.

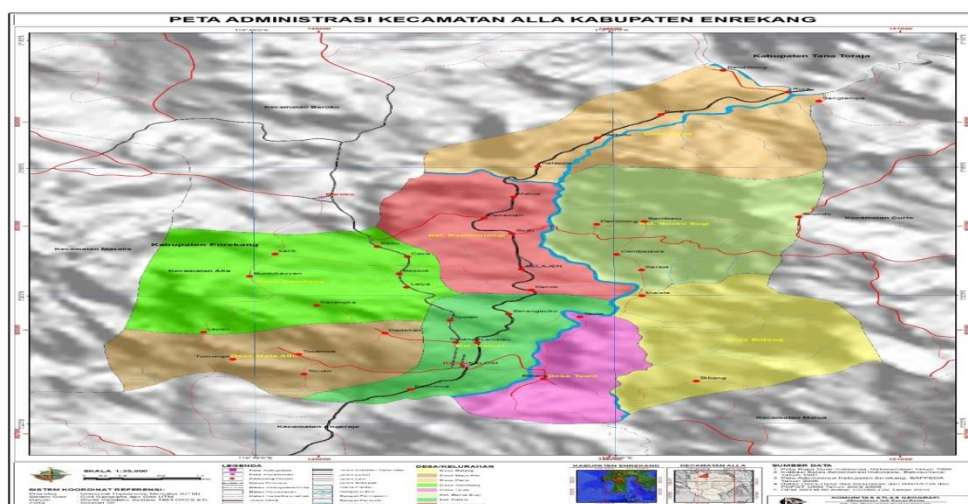
Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis, berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Analisis berbagai kekuatan - kelemahan (faktor internal) dan berbagai peluang - tantangan (faktor eksternal) dilakukan dengan metode analisis SWOT untuk menentukan berbagai alternatif strategi dalam pengembangan model pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan kambing. Dari alternatif strategi yang di hasilkan melalui analisis SWOT kemudian dilakukan permodelan sistem dengan menerapkan skenario yang dipilih berdasarkan hasil dari analisis SWOT. Permodelan sistem dilakukan dengan pendekatan sistem dinamik dengan alat analisis diagram sebab akibat (*causal-loop*) yang divalidasi dengan software *Stella 9.0 2*.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kelompok tani lada dan kelompok pembudidaya ternak kambing di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla sebagai daerah sentra pengembangan lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang, selama 6 bulan yaitu bulan Maret – Agustus 2018. Lokasi Penelitian diperlihatkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Peta administrasi Kecamatan Curio, Kabupaten Enrekang



Gambar 10. Peta administrasi Kecamatan Alla, Kabupaten Enrekang.

C. Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan analisis data yang digunakan, maka penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan penelitian yaitu penelitian tahap I dengan analisis SWOT faktor internal dan eksternal sistem untuk mengetahui kekuatan, kelemahan, peluang dan tantangan untuk menentukan alternatif strategi pengembangan sistem yang menjadi acuan dan pertimbangan dalam menetapkan skenario dalam permodelan sistem. Penelitian tahap II analisis permodelan dengan pendekatan sistem dinamik dengan bantuan software *Stella 9.0.2*.

Tujuan analisis secara sistematis dan menghasilkan analisa objektif. Analisa data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisirnya ke dalam suatu pola, katagori dan satuan uraian dasar. Pelaksanaan kedua tahapan penelitian tersebut di jelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian tahap I analisis SWOT

Tahapan awal dalam melakukan analisis SWOT adalah identifikasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan tantangan) model pertanian *zero waste* melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing dilakukan melalui wawancara/kuisisioner dan observasi / survei lapangan langsung.

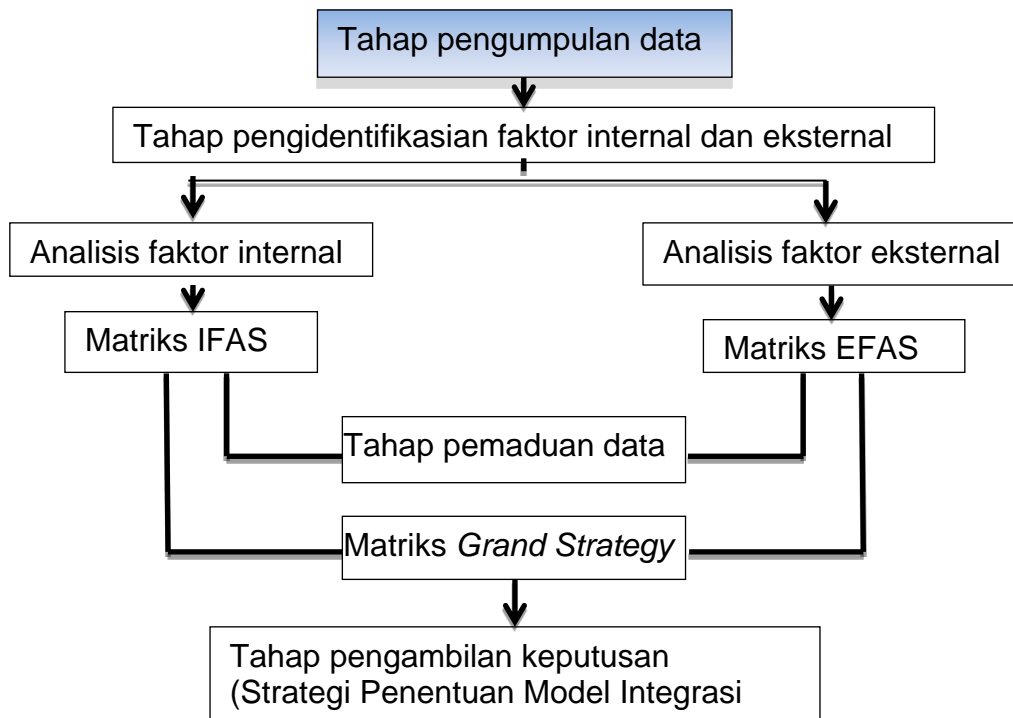
Pemaparan empat komponen SWOT secara terperinci adalah sebagai berikut:

- a. *Strength (S)* merupakan karakteristik dari suatu sistem atau bisnis yang merupakan suatu keunggulan.
- b. *Weakness (W)* merupakan karakteristik dari suatu organisasi atau sistem yang merupakan kelemahan.
- c. *Opportunity (O)* kesempatan yang datang dari luar organisasi atau sistem.
- d. *Threat (T)* elemen yang datang dari luar yang dapat menjadi ancaman bagi organisasi atau bisnis

Tujuan dari setiap analisis SWOT adalah untuk mengidentifikasi faktor kunci yang datang dari lingkungan internal dan eksternal. Analisis SWOT dikelompokkan menjadi 2 kategori, yaitu:

- a. Faktor internal merupakan *strength* dan *weakness* yang datang dari lingkungan internal.
- b. Faktor eksternal merupakan *opportunity* dan *threat* yang datang dari lingkungan eksternal.

Analisis data pada penelitian tahap 1 terkait identifikasi faktor internal dan faktor eksternal dari sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing di lakukan dengan metode analisis SWOT. Adapun tahapan analisisnya disajikan pada Gambar 11.



Sumber: Rangkuti , 2000

Gambar 11 Tahapan analisis SWOT

Keterangan:

- a. Tahap pengumpulan data dengan mengidentifikasi faktor penentu strategi pengembangan model integrasi lada, gamal dan ternak kambing dan pengumpulan data berdasarkan kondisi lapang dan informasi responden yang dipilih secara sengaja karena dianggap memahami permasalahan yang dihadapi dalam penentuan strategi pengembangan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.
- b. Tahap skoring penentu strategi pengembangan model integrasi diawali dengan mengidentifikasi faktor internal dan eksternal dengan cara membuat matriks IFAS (*Internal Factor Analysis Strategy*) dan matriks EFAS (*External Factor Analysis Strategy*), dapat terlihat

pada Tabel 7 dan Tabel 8. Matriks IFAS bertujuan untuk mengetahui apakah kekuatan yang dimiliki lebih besar dari kelemahan, sebaliknya matriks EFAS bertujuan untuk mengetahui apakah usaha integrasi tersebut mampu memanfaatkan peluang untuk menghadapi ancaman yang ada.

Skoring faktor penentu strategi pengembangan dilakukan dengan pengisian kuisioner seperti yang terdapat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Kuisioner dapat diisi oleh pengguna berdasarkan kelemahan, kekuatan, peluang dan ancaman. Skor tersebut bernilai mulai dari -4 sampai -1 untuk kelemahan dan ancaman (-4: sangat lemah; -3: lemah; -2: agak lemah; -1: kurang) atau 1 sampai 4 untuk kekuatan dan peluang (1: kurang; 2: agak kuat; 3: kuat; 4: sangat kuat).

Tabel 8. Matriks IFAS (*internal factor analysis strategy*)

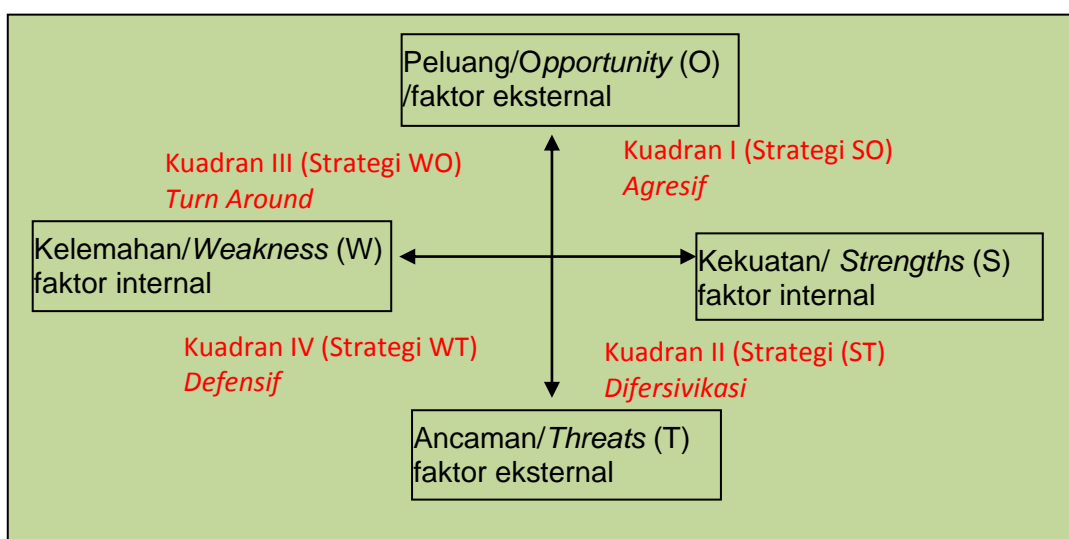
Keterangan	Bobot	Skor	Nilai
Kekuatan: a1 a2 . . An	1-100	+ 1 sampai 4	Bobot x skor
Total			
Kelemahan: b1 b2 . . Bn	1-100	- 1 sampai -4	Bobot x skor
Total			

Tabel 9. Matriks EFAS (*external factor analysis strategy*)

Keterangan	Bobot	Skor	Nilai
Peluang: c1 c2 . . Cn	1-100	+ 1 sampai 4	Bobot x skor
Total			
Ancaman: d1 d2 . . Dn	1-100	- 1 sampai -4	Bobot x skor
Total			

C. Tahap pemaduan data menggunakan matriks *Grand Strategy*.

Matriks *grand strategy* diperoleh dari total skor pada matriks IFAS dan EFAS yang bertujuan untuk menentukan posisi kuadran pilihan strategi berdasarkan empat kelompok strategi yaitu strategi yang bersifat agresif, diversifikasi, *turn around* dan defensif.

Gambar 11 Matriks *Grand Strategy* (Sumber: Rangkuti, 2000)

Keterangan:

- Kuadran 1
(Strategi S-O) : Ini merupakan pertemuan antara kekuatan dan peluang. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan agresif (*growth oriented strategy*) yaitu mengoptimalkan seluruh kekuatan untuk memanfaatkan peluang sebesar besarnya
- Kuadran 2
(Strategi S-T) : Ini merupakan pertemuan antara kekuatan dan ancaman. Meskipun menghadapi berbagai ancaman, model integrasi tersebut masih memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan adalah mengoptimalkan kekuatan untuk mengatasi ancaman pengembangan jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi.
- Kuadran 3
(Strategi W-O) : Ini merupakan pertemuan antara kelemahan dan peluang. Model integrasi menghadapi peluang yang sangat besar, tetapi dilain pihak, dia menghadapi beberapa kendala/kelemahan internal. Fokus strategi model integrasi ini adalah meminimalkan kelemahan internal sistem sehingga dapat memanfaatkan peluang pengembangan yang lebih baik.
- Kuadran 4
(Strategi W-T) : Ini merupakan kondisi yang sangat tidak menguntungkan karena pertemuan antara kelemahan dan ancaman maka pilihan strategi adalah meminimalkan kelemahan untuk mengatasi ancaman.

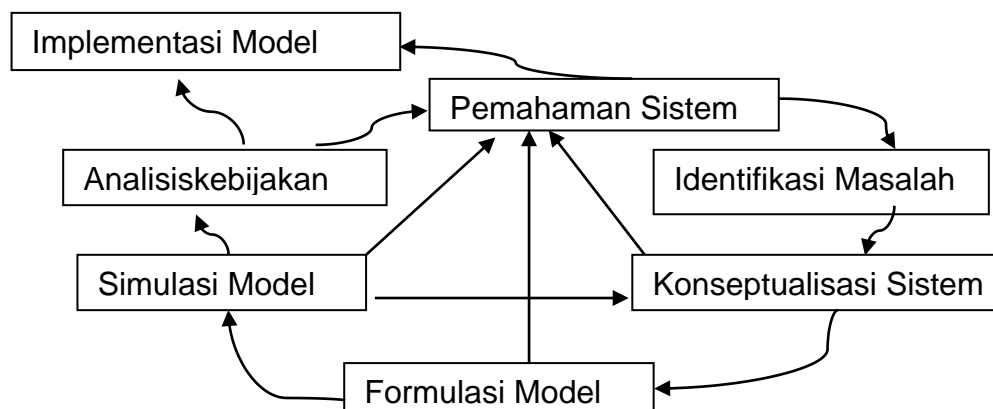
Hasil dari analisis matriks *grand strategy* akan melahirkan alternatif strategi pengembangan sistem yang selanjutnya akan dimodelkan dalam tahapan selanjutnya.

2. Penelitian tahap II analisis model sistem dinamik

Pelaksanaan penelitian tahap II yang bertujuan melakukan permodelan dengan pilihan skenario alternatif pengembangan model pertanian *zero waste* dilakukan dengan pendekatan sistem dinamik dengan bantuan software *stella 9.0.2*

Sistem dinamik adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan oleh sistem secara dinamik (Angela B .S. et. at., 2006).

Permasalahan dalam sistem dinamik dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem, bukan pengaruh dari luar sistem. Proses dari pendekatan sistem dinamik dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Tahapan pendekatan sistem dinamik (Coyle,G. 1998)

Menurut Tasrif (2006) persoalan yang dapat dimodelkan menggunakan metodologi *system dynamics* adalah masalah yang mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu) dengan tahapan (1) Identifikasi variabel. (2) Konseptualisasi model (3) Simulasi model. Dalam penelitian ini dipilih tiga kombinasi skenario utama yang akan disimulasikan yaitu skenario 1 (pesimis) yang menggambarkan kondisi pengembangan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang saat ini yang menggabungkan penambahan lahan 5%, pemanfaatan daya dukung pakan 25% dan tanpa pengolahan limbah. Skenario 2 (moderat) yaitu penambahan lahan 6%, pemanfaatan daya dukung pakan 50% dan pengolahan limbah 50%. Skenario 3 (optimis) yaitu penambahan lahan 7%, pemanfaatan daya dukung pakan 100% dan pengolahan limbah sebesar 100% (4) Analisa dan pembahasan hasil simulasi untuk dapat mengetahui keadaan sistem berdasarkan grafik maupun angka tabel hasil simulasi. Tahapan selengkapnya adalah sebagai berikut:

Pendefinisian perilaku sistem dan identifikasi variabel.

Dalam penelitian ini akan digunakan pola historis yang menggambarkan perilaku persoalan dengan melihat pola data tahun tahun sebelumnya.

Konseptualisasi model.

Untuk mempermudah melihat hubungan antar variabel, dibuat *causal loop diagram* (CLD) yang akan mengungkapkan kejadian hubungan sebab akibat dari variabel-variabel sistem ke dalam bahasa gambar.

Simulasi dengan *software stella*.

Dari CLD, kemudian dibuat *stockflow diagram* untuk disimulasikan dengan bantuan *software stella*. Pemilihan *stella* sebagai *software* untuk simulasi model adalah karena kemudahan dan ketersediaan pada saat penelitian. Dalam *stella* yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi terdapat variabel-variabel yaitu *Stocks*, *Flows*, *Converters* dan *Connector* (Haryoto Indriatmoko, 2009). Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif dimasukan dengan meng-*klik* variabel-variabel yang tersedia seperti *stocks*, *flows*, *converters* dan *connector* Kemudian nilai atau formula matematika di inputkan ke dalam variabel-variabel tersebut untuk mengkalkulasi model. Adapun definisi dari masing-masing jenis variabel tersebut adalah sebagai berikut.

1) *Stocks*

Stocks merupakan variabel yang menyatakan akumulasi sejumlah benda, Berfungsi menyimpan informasi berupa nilai yang masuk kedalamnya,. *Level* dipengaruhi oleh variabel *flows* dinyatakan dengan simbol persegi.

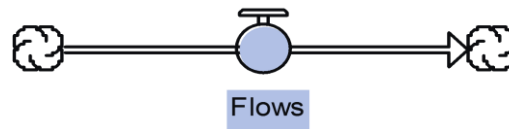


Gambar 13. Simbol variabel *Stocks*.

2) *Flows*

Fungsi dari 'flow' seperti aliran yakni menambah atau mengurangi *stocks* per satuan waktu.. Arah anak panah menunjukkan arah aliran tersebut.

Aliran bisa satu arah maupun dua arah. Dalam *stella*, *flows* dinyatakan dengan simbol seperti pada gambar berikut.



Gambar 14. Simbol variabel *flows*

3. *Converters*

Converters mempunyai fungsi yang luas, dapat digunakan untuk menyimpan konstanta, input bagi suatu persamaan, melakukan kalkulasi dari berbagai input lainnya atau menyimpan data dalam bentuk grafis (tabulasi x dan y). Simbol variabel ini adalah sebuah lingkaran.



Gambar 15 Simbol variabel *Converters*

4. Connerctor /Garis Penghubung

Connector / garis penghubung menghubungkan antara satu variabel ke variabel lainnya yang disimbolkan dengan panah.



Gambar 16. Simbol Connectors

Dengan simulasi, akan keluar *output* simulasi untuk mempermudah mengetahui hubungan variabel secara kuantitatif. Hasil simulasi dan asumsi model yang telah dibentuk dan sah setelah divalidasi, kemudian di

running dimana tahun 2017 merupakan titik awal simulasi ($t = 0$). Skenario model penambahan lahan, dan penambahan populasi ternak, disimulasikan selama 15 tahun sampai tahun 2034.

Verifikasi dan Validasi.

Model yang dibuat diverifikasi dan divalidasi guna menambah kepercayaan bahwa model sudah dianggap dapat merepresentasikan sistem nyata yang ada dalam sistem integrasi. Tes verifikasi model dilakukan dengan cara *check model* dan *unit check* dari model yang dibuat apakah sudah sesuai dengan hubungan antar variabel yang digambarkan pada model yang dibuat. Validasi model dalam penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan langsung hasil simulasi dengan keadaan sistem nyata dengan menggunakan data pembanding dari data eksisting dan tinjauan pustaka.

Pembahasan dan rekomendasi perbaikan.

Hasil simulasi penerapan kombinasi pengembangan lahan dan penambahan populasi dan pengelolaan limbah (skenario pesimis, moderat dan optimis) akan dianalisa dan dibahas untuk dapat mengetahui keadaan sistem berdasarkan grafik maupun angka tabel hasil simulasi dan dibuat rekomendasi untuk pengambilan kesimpulan pilihan skenario yang optimal untuk mendukung sistem integrasi *zero waste*.

D. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan sebagai data awal adalah survei lokasi untuk melihat karakteristik limbah lada, gamal dan limbah ternak kambing

(feses) untuk pengembangan lokasi penelitian. Selanjutnya jenis dan sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data primer

Yakni data tentang integrasi lada , gamal dan ternak kambing yang diperoleh langsung dari sumber data pertama dari lokasi penelitian baik berupa hasil observasi maupun dengan pengisian kuisisioner oleh petani/peternak, diskusi kelompok, wawancara mendalam (indepth interviu) dengan tim teknis/ aparat pemerintah, kelompok tani/ternak dan tokoh masyarakat di lokasi penelitian.

2. Data sekunder

Yakni data yang dikumpulkan dari berbagai pustaka dan dokumentasi yang dihasilkan oleh berbagai instansi tentang implemansi sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing. Sumber data Badan Pusat Statistik, data monografi wilayah di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) dan Kabupaten Enrekang 2017, Data Pendataan Ternak 2017 Dinas Peternakan, serta Data Potensi dan Produksi Komoditi unggulan Kabupaten Enrekang tahun 2017 dari Dinas Pertanian Kabupaten Enrekang.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah teknik untuk mendapatkan data maupun informasi dari lokasi penelitian melalui kegiatan lapangan. Teknik penelitian berguna untuk menjelaskan seluruh proses teknis dalam melakukan penelitian dan membaginya ke dalam sumber data

dan jenis data (Hasan, M. Iqbal 2010). Adapun teknik yang digunakan sebagai berikut.

1. Observasi

Yaitu melakukan pengamatan langsung pengembangan integrasi lada, gamal dengan ternak kambing di lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran tentang potensi yang ada di lokasi penelitian dengan melakukann interaksi dengan petani dan peternak dan melihat langsung kegiatan petani/peternak di lokasi penelitian.

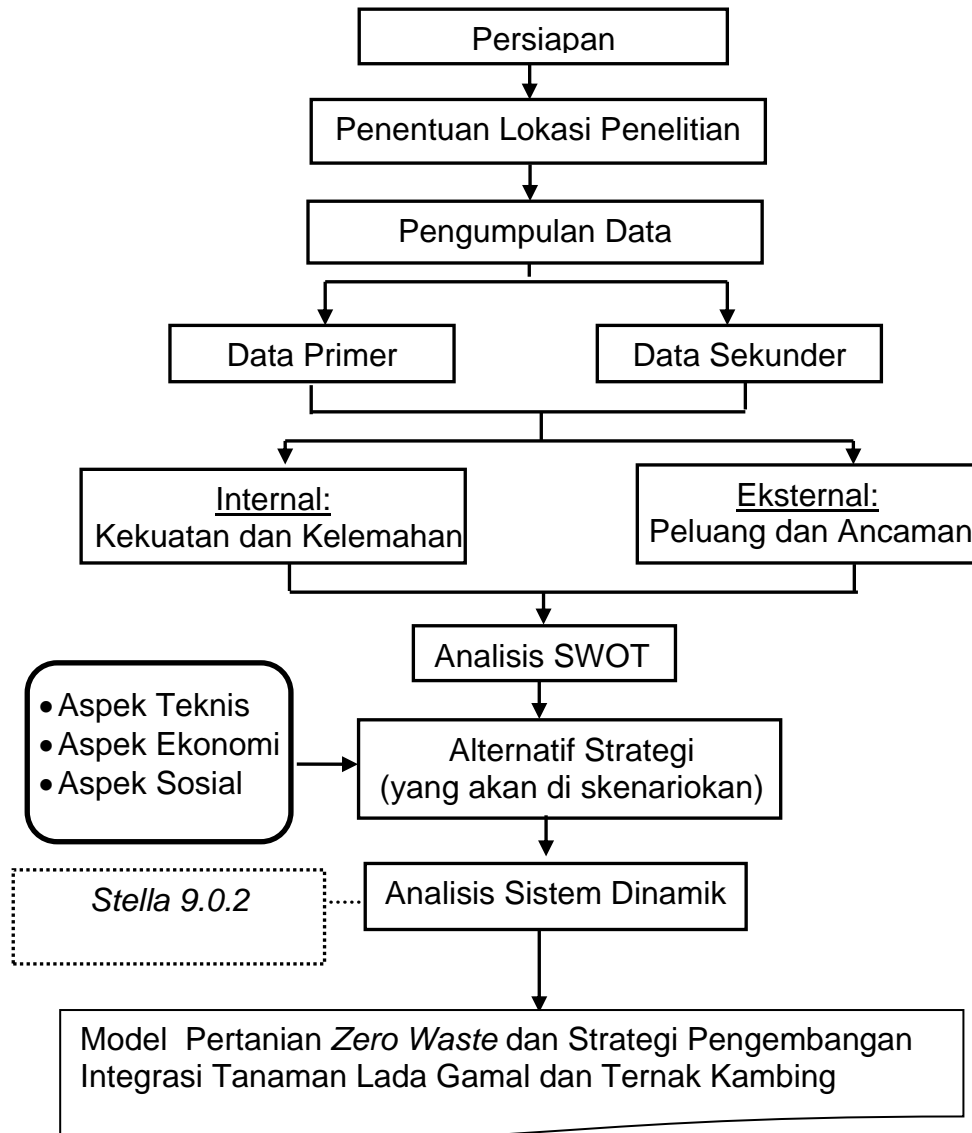
2. Wawancara

Wawancara dilakukan secara mendalam (*indepth interviu*) dan pengisian kuisisioner terhadap 70 responden yang dipilih secara sengaja (*purposive sampling*) sebagai informan kunci yang mengetahui kekuatan, kelemahan, peluang dan tantangan dan pembobotan faktor strategi pengembangan.

3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengambil gambar/foto mengenai kondisi pertanaman lada, gamal dan ternak kambing di lokasi penelitian.

F. Bagan Alir Penelitian



Gambar 17 Diagram alir penelitian

BAB IV

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

A. Letak, Luas, dan Batas Lokasi Penelitian

Kabupaten Enrekang secara geografis terletak antara 3°14'36" – 3°50'0" lintang selatan dan antara 119°40'53" – 120°06'33" bujur timur.

Batas wilayah Kabupaten Enrekang adalah sebagai berikut :

1. Sebelah utara : Kabupaten Tana Toraja
2. Sebelah timur : Kabupaten Luwu
3. Sebelah selatan : Kabupaten Sidrap
4. Sebelah barat : Kabupaten Pinrang

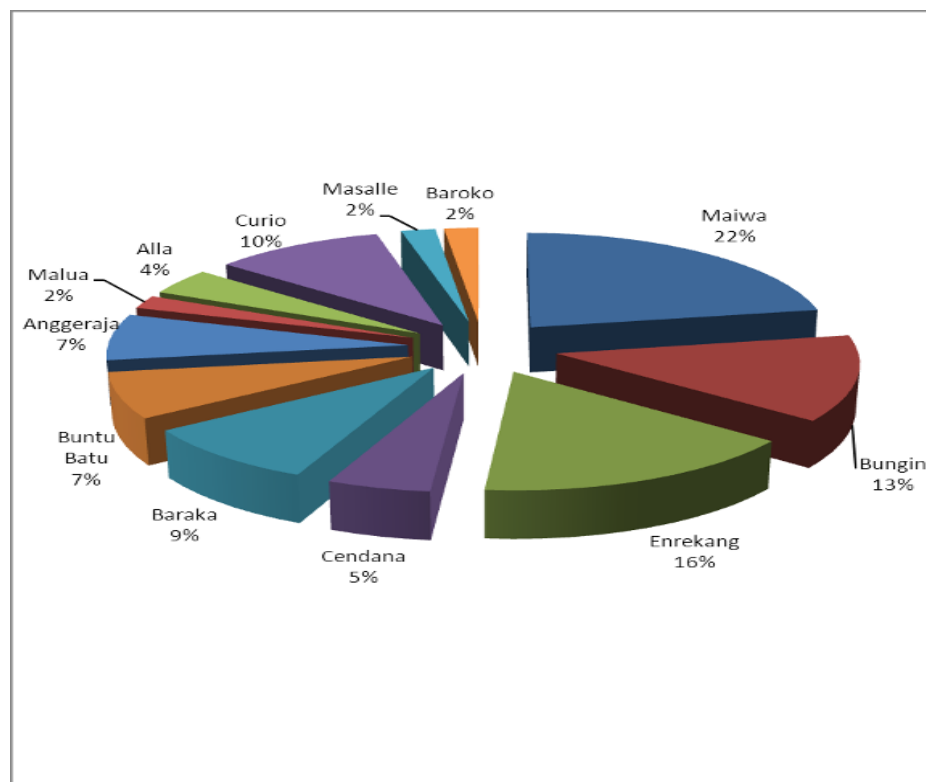
Kabupaten Enrekang berada pada ketinggian antara 47 hingga kurang lebih 3.239 meter di atas permukaan laut. Secara administratif, luas wilayah Kabupaten Enrekang adalah 1.786,01 km² atau sebesar 2,83 persen dari luas Provinsi Sulawesi Selatan. Wilayah Kabupaten Enrekang secara administratif terbagi menjadi 12 kecamatan dan secara keseluruhan terbagi lagi dalam satuan wilayah yang lebih kecil yaitu terdiri dari 129 wilayah desa/kelurahan, dengan pembagian wilayah sebanyak 112 desa dan 17 kelurahan.

Adapun cakupan luas daerah menurut kecamatan di Kabupaten Enrekang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Luas daerah menurut kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017.

No.	Kecamatan	Luas (km ²)	Persentase Terhadap Luas Enrekang
1.	Maiwa	393	22
2.	Bungin	237	13
3.	Enrekang	291	16
4.	Cendana	91	5
5.	Baraka	159	9
6.	Buntu Batu	127	7
7.	Anggeraja	125	7
8.	Malua	40	2
9.	Alla'	35	2
10.	Curio	179	10
11.	Masalle	68	4
12.	Baroko	41	2
Jumlah		1.786 km²	100

Sumber: Kabupaten Enrekang dalam Angka, 2017



Gambar 18 Persentase luas daerah menurut kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017

Berikut adalah potensi luas lahan yang termanfaatkan serta peluang pengembangan pertanian di Kabupaten Enrekang.

Tabel 11. Luas lahan menurut penggunaan di Kabupaten Enrekang menurut kecamatan tahun 2017.

No	Kecamatan	Non Pertanian (ha)	Sawah (ha)	Lahan Kering (ha)	Perke bunan (ha)	Hutan Rakyat (ha)	Lainnya (ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.	Maiwa	2.534	2.546	5.891	6.408	923	17.976
2.	Bungin	768	1.483	2.610	5.215	1.758	9.994
3.	Enrekang	1.988	818	14.235	6.048	296	2.385
4.	Cendana	880	470	1.090	1.539	-	4.828
5.	Baraka	505	1.875	4.447	4.427	335	4.240
6.	Buntu Batu	1.070	950	2.995	3.352	1.690	2.144
7.	Anggeraja	2.297	73	4.980	583	2.834	1.280
8.	Malua	97	298	1.357	916	349	75
9.	Alla	651	105	1.492	800	-	326
10.	Curio	292	1.969	6.038	4.147	127	4.918
11.	Masalle	322	14	3.353	2.351	128	301
12.	Baroko	481	226	1.887	1.158	-	230
Jumlah		11.885	10.827	50.375	36.944	8.440	48.697

Sumber: Monografi wilayah Dinas Pertanian Enrekang, 2017

B. Sumber Daya Manusia

Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang pada tahun 2017 adalah sebanyak 198.194 jiwa dengan kepadatan penduduk Kabupaten Enrekang mencapai 110,97 jiwa/km².

1. Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan kecamatan

Adapun jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Jumlah penduduk menurut kecamatan, luas wilayah, jumlah desa/kelurahan dan kepadatannya per kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Desa/ Kelurahan	Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/ km ²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Maiwa	393	24	24.261	61,73
2.	Bungin	237	6	4.426	18,68
3.	Enrekang	291	18	31.737	109,06
4.	Cendana	91	7	8.805	96,76
5.	Baraka	159	15	22.081	138,87
6.	Buntu Batu	127	8	13.351	105,13
7.	Anggeraja	125	15	24.867	198,94
8.	Malua	40	8	8.000	200,00
9.	Alla	35	8	21.729	620,83
10.	Curio	179	11	15.715	87,79
11.	Masalle	68	6	12.715	186,99
12.	Baroko	41	5	10.506	256,24
Jumlah		1.786	131	198.193	2081,02

Sumber: Data monografi wilayah Kabupaten Enrekang, 2017

2. Jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin

Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan komposisi jenis kelamin terdiri dari 99.490 penduduk laki-laki dan 98.704 penduduk perempuan dengan *sex ratio* sebesar 100,80. Jumlah rumah tangga di Kabupaten Enrekang sebanyak 44.370 kepala keluarga, dengan rata-rata jumlah anggota rumah tangga per kepala keluarga adalah 4,47. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 13 Berikut ini;

Tabel 13. Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan jenis kelamin dan jumlah rumah tangga tahun 2017

No	Kecamatan	Rumah Tangga	Rata2 Anggota RT	Jumlah Penduduk		Rasio JK
				Laki	Perempuan	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.	Maiwa	5.283	4,59	12.098	12.164	99,46
2.	Bungin	1.036	4,27	2.251	2.175	103,49
3.	Enrekang	6.900	4,60	15.498	16.239	95,44
4.	Cendana	2.501	3,52	4.241	4.564	92,92
5.	Baraka	4.952	4,46	11.161	10.920	102,21
6.	Buntu Batu	3.106	4,30	6.827	6.524	104,64
7.	Anggeraja	5.539	4,49	12.412	12.456	99,65
8.	Malua	1.898	4,21	3.908	4.092	95,50
9.	Alla	4.740	4,58	11.140	10.589	105,20
10.	Curio	3.502	4,49	8.041	7.674	104,78
11.	Masalle	2.935	4,33	6.507	6.207	104,83
12.	Baroko	2.430	4,32	5.406	5.101	105,98
Jumlah		44.822	4,35	99.490	98.705	101,18

Sumber: Data monografi wilayah Dinas Pertanian Enrekang, 2018

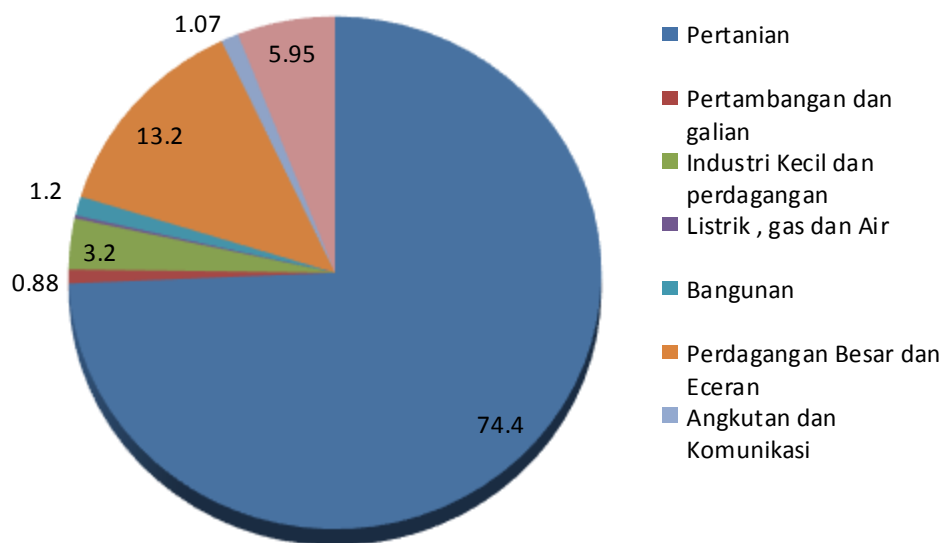
3. Jumlah penduduk menurut mata pencaharian

Jumlah penduduk berdasarkan sektor pekerjaan setiap kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan mata pencaharian tahun 2017

No	Mata Pencaharian	Jumlah (Jiwa)	%
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Pertanian	141.509	74,40
2.	Pertambangan dan galian	1.673	0,88
3.	Industri kecil dan perdagangan	6.086	3,20
4.	Listrik, gas, dan air	380	0,20
5.	Bangunan	2.282	1,20
6.	Pedagang besar dan eceran	25.106	13,20
7.	Angkutan dan komunikasi	2.035	1,07
8.	Jasa kemasyarakatan	11.316	5,95
Jumlah		190.387	100

Sumber: Data monografi wilayah Dinas Pertanian Enrekang, 2018



Gambar 19 Persentase jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan mata pencaharian, tahun 2017

Berdasarkan Tabel 14, dapat dilihat jumlah penduduk yang memiliki profesi sebagai petani sebanyak 141.509 atau 74,40% jiwa dari total penduduk Kabupaten Enrekang. Ini menunjukkan bahwa perekonomian masyarakat Enrekang bersifat agraris dengan menjadikan pertanian sebagai mata pencaharian utama.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017, jumlah penduduk miskin kabupaten Enrekang sebesar 25.563 orang atau sebesar 13,44% dari total penduduk Kabupaten Enrekang.

Berdasarkan hasil survei angkatan kerja nasional dari Dinas Sosial, Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Enrekang tahun 2017, penduduk Kabupaten Enrekang yang berumur 15 tahun ke atas yang menganggur sekitar 1,44% dari total angkatan kerja yaitu sebanyak 1.288 orang dengan rincian 746 laki laki dan 542 perempuan.

C. Kondisi Umum Pertanian Kabupaten Enrekang

Lada sebagai salah satu komoditi unggulan baru yang sangat menjanjikan. Perkembangan lada di Kabupaten Enrekang dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Tahun 2013, luas areal lada sebesar 2.931 ha berkembang menjadi 4.815 ha pada tahun 2017. Adapun perkembangan luas area dan jumlah petani lada dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 digambarkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Rasio luas area pengembangan, luas potensi, dan jumlah petani lada Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017 .

No.	Tahun	Luas areal		Jumlah Petani Lada	Rasio Kepemilikan Lahan Lada
		Pertanaman (ha)	Potensi Pengembangan		
1	2017	4.815	5.837	2.243	2,1
2	2016	4.155	6.497	1.576	2,6
3	2015	3.712	6.940	1.072	3,5
4	2014	3.213	7.439	812	4,0
5	2013	2.931	10.652	742	4,0

Sumber: Data Dinas Pertanian Kab. Enrekang, 2018

Berdasarkan Tabel 15 potensi lahan pengembangan lada di Kabupaten Enrekang sampai akhir tahun 2017 masih sangat luas yaitu sekitar 5.837 ha. Rasio kepemilikan kebun lada selama lima tahun terakhir di Kabupaten Enrekang memperlihatkan penurunan. Selain itu, pada Tabel 15 juga menunjukkan tingkat pertambahan jumlah petani lada melampaui jumlah pertambahan luas areal, sehingga rasio kepemilikan lahan semakin kecil akibat terjadinya fraksi kepemilikan lahan.

Berdasarkan data dari Bidang Perkebunan Dinas Pertanian Enrekang, penambahan luas tanam tiap tahun dipengaruhi oleh luas tambah tanam baru dari pembukaan lahan baru. Persentase penambahan luas lahan kebun lada, luas pertanaman baru dan tingkat konversi kebun lada ke sektor lain di Kabupaten Enrekang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Pertambahan luas kebun lada, pertanaman baru, dan lahan yang diberokan Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017

No.	Tahun	Penanaman Baru (ha)	Luas Areal		(ha)	% Pertambahan Luas Tanam
			Lahan Bero (ha)	Total (3 - 4) (ha)		
1	2	3	4	5	6	7
1.	2017	689	11,0	678	4.815	14,3
2.	2016	396	7,0	389	4.155	9,5
3.	2015	488,9	10,1	478,8	3.712	10,1
4.	2014	274,7	7,3	267,4	3.213	8,5
5.	2013	496	2	494	2.931	16,9
	Alla	122	2	120	797	15,3
	Curio	164	-	164	1.365	12,0

Sumber: Bidang Perkebunan Kabupaten Enrekang, 2018.

Luas pertanaman lada di Kabupaten Enrekang pada tahun 2017 sebesar 4.815 ha dengan total produksi 11.482 ton, dengan tingkat produktivitas lahan 2,96 ton/ha. Berdasarkan total luas lahan yang ada di Kabupaten Enrekang, terdapat 1.736 ha atau sebesar 36,1% dari total luas pengembangan lada di Kabupaten Enrekang berada di Kecamatan Curio, sementara di Kecamatan Alla sebesar 1.172 ha atau sebesar 24,3% dari total pertanaman lada di Kabupaten Enrekang. Luas dan produksi lada per kecamatan di Kabupaten Enrekang Tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Frekuensi luas area dan jumlah produksi lada per kecamatan Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017

No.	Kec.	Tahun									
		2013		2014		2015		2016		2017	
		Luas Area (ha)	Prod. Area (ton)	Luas Area (ha)	Prod. Area (ton)	Luas Area (ha)	Prod. Area (ton)	Luas Area (ha)	Prod. Area (ton)	Luas Area (ha)	Prod. Area (ton)
1.	Maiwa	97	252	120	336	125	337	156	452	201	412
2.	Bungin	25	65	31	86	43	116	78	226	106	11,4
3.	Enrekang	17	44	22	62	25	67,5	27	78,3	29,5	6
4.	Cendana	10	26	19	53	22	56,4	28	81,2	33	4,8
5.	Baraka	276	718	317	888	412	1.11	462	1.34	561	1.553
6.	Bt. Batu	138	359	140	392	187	505	312	769	422	982
7.	Anggeraja	12	31	16	45	21	56,7	25	77,1	29	5,6
8.	Malua	176	458	217	608	380	1.03	431	1.25	505	1.532
9.	Alla	797	772	837	944	958	1.24	1.11	1.56	1.17	1.872
10	Curio	1.37	2.249	1.47	2.732	1.52	2.75	1.63	3.26	1.74	5.096
11	Massale	15	39	15	42	15	41	15	44	18	6,4
12	Baroko	3	7,8	3	8,4	3	8,1	3	8,7	3	1,1
Jumlah		2.931	5.021	3.213	6.196	3.712	7.319	4.274	9.146	4.816	11.482

Sumber: Program penyuluhan pertanian Kab. Enrekang, 2018

Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Enrekang, luas potensi lahan untuk pengembangan lada masih sangat besar. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 18

Tabel 18. Luas penanaman dan luas potensi lahan pengembangan lada per kecamatan di Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017.

Kec.	Thn 2013		Thn 2014		Thn 2015		Thn 2016		Thn 2017	
	Luas Lahan		Luas Lahan		Luas Lahan		Luas Lahan		Luas Lahan	
	Luas Tanam	Potensi	Luas Tanam	Potensi	Luas Tanam	Potensi	Luas Tanam	Potensi	Luas Tanam	Potensi
Maiwa	97	247	120	127	125	122	156	91	201	46
Bungin	25	1.280	31	1.249	43	1.237	78	1.202	106	1.174
Enrekang	17	189	22	167	25	164	27	162	30	159
Cendana	10	439	19	420	22	417	28	411	33	406
Baraka	276	987	317	670	412	575	462	525	561	426
Bt. Batu	138	578	140	438	187	391	312	266	422	156
Anggeraja	12	78	16	62	21	57	25	53	29	49
Malua	176	1.865	217	1.648	380	1.485	431	1.434	505	1.360
Alla	797	1.872	837	1.035	958	914	1.112	760	1.172	700
Curio	1.365	2.986	1.476	1.510	1.521	1.465	1.625	1.361	1.730	1.256
Massale	15	85	15	70	15	70	15	70	20	65
Baroko	3	46	3	43	3	43	3	43	6	40
Total	2.931	10.652	3.213	7.439	3.712	6.940	4.274	6.378	4.815	5.837

Sumber: Data monografi wilayah Kabupaten Enrekang, 2018

Berdasarkan data potensi luas lahan pengembangan lada yang tersedia di Kabupaten Enrekang sampai akhir 2017, masih terdapat luas potensi 5.837 ha. Luas lahan potensi paling besar berada di Kecamatan Malua yaitu 1.360 ha, kemudian Kecamatan Curio seluas 1.256 ha, dan Kecamatan Bungin 1.174 ha. Ketiga kecamatan tersebut termasuk daerah sentra pengembangan tanaman lada di Kabupaten Enrekang.

Frekuensi penyebaran pertanaman lada di dua kecamatan lokasi penelitian berdasarkan desa dapat dilihat pada Tabel 19 dan Tabel 20.

Tabel 19. Frekuensi penyebaran pertanaman lada di Kecamatan Curio berdasarkan desa tahun 2013 – 2017

No.	Desa/ Kelurahan	Tahun									
		2013		2014		2015		2016		2017	
		Luas Area (ha)	Prod. (ton)	Luas Area (ha)	Prod. (ton)	Luas Area (ha)	Prod. (ton)	Luas Area (ha)	Prod. (ton)	Luas Area (ha)	Prod. (ton)
1.	Salassa	12	60	21	68	23	78	27	94	30	128
2.	Buntu Pema	469	412	453	487	458	587	506	601	542	985
3.	Mandalan	87	214	92	243	97	287	113	325	121	843
4.	Pebaloran	64	198	76	220	87	276	90	315	96	396
5.	Bt. Barana	85	214	92	242	98	286	102	302	118	483
6.	Mekkala	42	146	49	154	52	174	58	203	63	352
7.	Sumbang	31	76	35	86	38	98	31	108	42	176
8.	Tallungura	75	186	81	242	87	286	87	304	97	338
9.	Curio	400	402	421	486	436	513	447	542	464	736
10.	Sanglepongan	65	210	84	246	80	272	84	284	86	362
11.	Parombean	35	98	60	114	65	126	71	184	74	295
Jumlah		1.365	2.216	1.464	2.588	1.521	2.983	1.616	3.262	1.733	5.094

Sumber: Data monografi wilayah BPP Curio, 2018

Berdasarkan Tabel 19, dapat dilihat luas pertanaman lada di desa lokasi penelitian di Kecamatan Curio yaitu Desa Buntu Pema 542 ha atau sebesar 31,3%, sementara di Desa Curio sebesar 464 ha atau sebesar 26,8%.

Tabel 20. Frekuensi penyebaran pertanaman lada di Kecamatan Alla berdasarkan desa tahun 2013 – 2017.

No.	Desa/ Kelurahan	Tahun									
		2013		2014		2015		2016		2017	
		Luas Prod. Area (ha)	(ton)	Luas Area (ha)	Prod. (ton)	Luas Prod. Area (ha)	(ton)	Luas Prod. Area (ha)	(ton)	Luas Prod. Area (ha)	(ton)
1.	Kambiolangi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Kalosi	4	14	6	16	6	18	8	20	8	22
3.	Buntu Sugi	2	6	2	4	2	4	2	4	2	5
4.	Pana	348	368	359	420	426	642	502	802	543	871
5.	Sumillan	2	6	2	8	2	8	3	7	3	8
6.	Mata Allo	2	6	3	8	3	8	3	7	3	8
7.	Bolang	406	268	428	432	477	542	548	720	862	798
8.	Taulo	33	68	37	98	42	108	46	120	51	140
Jumlah		797	736	837	986	958	1.330	1.112	1.680	1.472	1.852

Sumber: Data monografi wilayah BPP Alla, 2017

Berdasarkan Tabel 20, dapat dilihat luas pertanaman lada di desa lokasi penelitian di Kecamatan Alla yaitu Desa Bolang sebesar 862 ha atau sebesar 58,6% sementara di Desa Pana sebesar 543 ha atau sebesar 36,9%.

Kabupaten Enrekang merupakan salah dikenal sebagai daerah yang yang memiliki peternakan kambing yang cukup dikenal di Sulawesi Selatan. Hal ini terutama disebabkan karena pakan alami yang tersedia dengan sangat melimpah. Berbagai rerumputan dan tanaman liar yang menjadi pakan bagi kambing tumbuh subur dan merata di semua kecamatan yang ada. Adapun populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang, digambarkan dalam Tabel 21.

Tabel 21. Frekuensi penyebaran ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017 .

No.	Kecamatan	Frekuensi Penyebaran				
		2013	2014	2015	2016	2017
1.	Maiwa	630	752	692	1.092	1.398
2.	Bungin	1.056	1.235	1.768	3.289	4.534
3.	Enrekang	1.904	2.510	2.825	3.120	3.313
4.	Cendana	396	684	792	1.012	1.214
5.	Baraka	2.487	3.138	3.996	4.482	5.604
6.	Bt. Batu	1.754	1.835	2.413	4.087	5.842
7.	Anggeraja	876	1.232	1.470	1.976	2.190
8.	Malua	2.276	2.796	4.976	6.034	6.500
9.	Alla	3.289	3.714	5.042	6.732	7.569
10.	Curio	8.656	9.765	10.249	12.358	12.765
11.	Masalle	5.310	5.805	5.160	4.319	6.530
12.	Baroko	4.319	4.812	3.962	4.239	4.486
Jumlah		32.953	38.278	43.345	52.740	61.945

Sumber: Data program penyuluhan Kabupaten Enrekang, 2018

Berdasarkan Tabel 21, menunjukkan bahwa populasi ternak kambing terbesar ada di Kecamatan Curio sebanyak 12.765 ekor atau 20,03%. Sedangkan kecamatan yang kurang memelihara kambing, ada di Kecamatan Cendana, yakni hanya sekitar 1.214 ekor atau sekitar 1,65%. Populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang selama 5 tahun terakhir dari tahun 2013 – 2017 terus mengalami peningkatan. Secara berturut-turut pertambahan populasi ternak kambing tiap tahunnya sebesar 32.953 ekor, 38.278 ekor, 43.345 ekor 52.378 ekor, dan 63.735 ekor.

Pertambahan jumlah ternak di Kabupaten Enrekang juga diikuti dengan pertambahan jumlah peternak kambing tiap tahun. Adapun rasio kepemilikan ternak di Kabupaten Enrekang dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Rasio kepemilikan ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017 .

Tahun	Jumlah Ternak		Peternak Kambing		Rasio Kepemilikan Ternak
	Populasi	Pertambahan	Jumlah	Pertambahan	
2017	63.735	12.167	10.658	3.578	6,0
2016	52.378	11.357	7.472	3.186	7,0
2015	43.345	9.033	6.186	1.286	7,0
2014	38.278	5.067	4.796	1.390	8,0
2013	32.953	5.325	4.218	578	7,8

Sumber: Data primer setelah diolah, 2018

Adapun gambaran jumlah ternak kambing berdasarkan struktur populasi di Kabupaten Enrekang dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Populasi ternak kambing berdasarkan struktur populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017

Tahun	Struktur Populasi						Total
	Cempe		Muda		Dewasa		
	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	
2017	3.533	11.986	3.762	18.244	4.966	21.244	63.735
2016	4.109	11.045	1.209	14.753	4.502	16.760	52.378
2015	3.811	12.090	992	11.024	3.104	12.324	43.345
2014	2.726	11.876	764	10.212	2.486	10.214	38.278
2013	2.534	8.772	864	8.205	2.710	9.868	32.953

Sumber: Data monografi wilayah Dinas Pertanian Kab. Enrekang, 2018

Data yang didapatkan dari hasil pendataan ternak kambing di Kabupaten Enrekang, menunjukkan pertambahan jumlah ternak kambing dipengaruhi oleh tingkat kelahiran dan tingkat kematian serta migrasi ternak yang diperdagangkan masuk dan keluar dari Kabupaten Enrekang. Selengkapnya dapat di lihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Frekuensi pertumbuhan populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017.

Thn	Populasi (ekor)	Natalitas (ekor)	Mortalitas (ekor)		Total	Migrasi Ternak (ekor)		Per-tambahan Populasi
			Sakit	Dipotong		Masuk	Keluar	
2017	63.735	42.488	53	15.211	15.264	590	15.651	12.167
2016	52.378	33.520	50	12.098	12.148	432	10.447	11.357
2015	43.345	24.640	67	10.800	10.867	524	5.212	9.033
2014	38.278	20.428	88	11.261	11.349	465	4.473	5.067
2013	32.953	19.736	168	10.354	10.522	349	4.188	5.235
Alla	3.289	1.684	17	1.227	1.244	95	110	425
Curio	8.656	4.384	41	2.452	2.493	128	910	1.109

Sumber: Data monografi wilayah Kabupaten Enrekang, 2018

Berdasarkan Tabel 24, menunjukkan bahwa jumlah natalitas populasi ternak kambing masih lebih banyak dibandingkan jumlah mortalitasnya. Begitu pula dengan pertumbuhan populasi, setiap tahun mengalami peningkatan.

Berdasarkan frekuensi penyebaran ternak kambing di Kecamatan Curio, populasi terbesar terdapat di Desa Curio, yakni sebanyak 3.523 ekor atau setara dengan 34,6%, sedangkan yang paling sedikit memelihara kambing adalah Desa Sanglepongan yakni 356 ekor atau setara dengan 2,60%. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Frekuensi penyebaran ternak kambing di Kecamatan Curio Kabupaten Enrekang tahun 2013 – 2017

No.	Desa/ Kelurahan	Frekuensi Penyebaran				
		2013	2014	2015	2016	2017
1.	Salassa	652	797	875	1.023	1.095
2.	Buntu Pema	2.432	2.538	2.896	2.902	2.910
3.	Mandalan	367	432	523	602	682
4.	Pebaloran	562	872	904	993	1.021
5.	Bt. Barana	963	984	1.107	1.209	1.234
6.	Mekkala	218	289	214	497	539
7.	Sumbang	185	224	267	421	451
8.	Tallungura	264	297	319	357	368
9.	Curio	2.543	2.689	3.219	3.511	3.523
10.	Sanglepongan	167	245	298	322	356
11.	Parombean	303	392	502	521	578
Jumlah		8.656	9.759	11.124	12.358	12.757

Sumber: Data monografi wilayah BPP Curio, 2018

Kecamatan lain di Kabupaten Enrekang, yang terkenal banyak memelihara kambing adalah Kecamatan Alla. Pada tahun 2017, jumlah ternak kambing di kecamatan ini mencapai 7.569 ekor atau sebesar 11,86%, yang menyebar di 8 desa yang ada. Tabel 26 berikut menunjukkan populasi ternak kambing di kecamatan tersebut.

Tabel 26. Frekuensi penyebaran ternak kambing di Kecamatan Alla Kabupaten Enrekang tahun 2017.

No.	Desa/ Kelurahan	Frekuensi Penyebaran				
		2013	2014	2015	2016	2017
1.	Kambiolangi	102	128	198	217	236
2.	Kalosi	88	109	143	186	241
3.	Buntu Sugi	219	243	287	489	534
4.	Pana	997	1.021	1.032	1.478	1.594
5.	Sumillan	176	198	238	369	476
6.	Mata Allo	218	251	229	498	503
7.	Bolang	814	1.986	2.018	2.464	2.764
8.	Taulo	675	778	897	1.031	1.221
Jumlah		3.289	4.714	5.042	6.732	7.569

Sumber: Data monografi wilayah BPP Alla, 2018

Tabel 26 menunjukkan bahwa desa yang paling banyak memelihara kambing adalah Desa Bolang yakni 2.764 atau setara dengan 36,5%, disusul Desa Pana dengan Populasi sebesar 1.594 ekor atau sebesar 21,1%. Sedangkan yang paling sedikit adalah Kelurahan Kambiolangi, yakni 236 ekor atau setara dengan 3,1%.

D. Karakteristik Responden Penelitian

Penelitian ini melibatkan sampel dari berbagai stakeholder, sehingga hasil pengumpulan data diharapkan mampu memberikan gambaran secara utuh dan menyeluruh.

Penelitian ini melibatkan sampel dari berbagai stakeholder, sehingga hasil pengumpulan data diharapkan mampu memberikan gambaran secara utuh dan menyeluruh.

1. Responden penelitian

Responden penelitian ini terbagi atas petani/peternak dan tenaga teknis Pemda atau tokoh masyarakat. Berikut dipaparkan secara rinci.

a. Petani dan Peternak dari masing-masing kecamatan, terdiri atas:

- 1) 24 orang petani lada
- 2) 24 orang peternak kambing

Responden berasal dari Kecamatan Curio 24 orang yaitu dari Desa Curio (12 orang) dan Desa Buntu Pema (12 orang). Sedangkan Kecamatan Alla 24 orang, yakni Desa Bolang 12 orang dan Desa Pana 12 orang. Dengan demikian jumlah responden dari petani lada dan peternak kambing adalah 48 orang.

b. Tenaga Teknis Pemda atau Tokoh Masyarakat terdiri atas:

- 1) 2 orang kepala BPP (Kecamatan Alla dan Kecamatan Curio)
- 2) 2 orang penyuluh pertanian (Kec. Alla dan Kec. Curio)
- 3) 2 orang penyuluh peternakan (Kec. Alla dan Kec. Curio)
- 4) 4 orang PUP (Kec. Alla dan Kec. Curio)
- 5) 2 orang anggota DPRD (Dapil III. Kec. Alla dan Kec. Curio)
- 6) 2 Orang Camat (Camat Alla dan Camat Curio)
- 7) 1 orang tenaga ahli Bupati (Asisten III Bidang Pembangunan)
- 8) 1 orang dari Bidang Peternakan Dinas Peternakan dan Perikanan
- 9) 1 orang dari seksi Perencanaan Dinas Peternakan dan Perikanan
- 10) 1 orang Bidang Perkebunan Dinas Pertanian
- 11) 1 orang dari Seksi Perencanaan Dinas Pertanian

12) 2 orang Ketua KTNA (Kec. Alla dan Kec. Curio)

13) 1 orang dari Bappeda

Total responden dari tim teknis dan tokoh masyarakat adalah 22 orang. Dengan demikian jumlah responden keseluruhan adalah Petani dan peternak berjumlah 48 orang ditambah tim teknis berjumlah 22 orang, totalnya 70 orang.

2. Karakteristik responden berdasarkan umur

a. Petani lada

Tabel 27. Karakteristik responden petani lada berdasarkan umur

No	Umur (Tahun)	Frekuensi	Persen
1	25 - 29	2	8,33
2	30 - 34	4	16,67
3	35 - 39	4	16,67
4	40 - 44	4	16,67
5	45 - 49	6	25,00
6	50 - 54	2	8,33
7	≥ 55	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 27 menunjukkan bahwa, sebagian besar petani lada berumur antara 45 tahun sampai dengan umur 49 tahun yakni 6 orang atau setara dengan 25,00%. Responden yang paling sedikit adalah 2 orang atau setara dengan 8,33 % berumur (a) antara 25 – 29 tahun, (b) berumur antara 50 – 54 tahun dan (c) berumur ≥ 55 tahun.

b. Peternak kambing

Tabel 28. Karakteristik responden peternak kambing berdasarkan umur

No	Umur (Tahun)	Frekuensi	Persen
1	25 - 29	2	8,33
2	30 - 34	2	8,33
3	35 - 39	2	8,33
4	40 - 44	4	16,67
5	45 - 49	6	25,00
6	50 - 54	4	16,67
7	≥ 55	4	16,67
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018.

Berdasarkan data pada Tabel 28 menunjukkan bahwa, sebagian besar peternak kambing berumur antara 45 tahun sampai dengan umur 49 tahun yakni 6 orang atau setara dengan 25,00%. Responden yang paling sedikit adalah 2 orang atau setara dengan 8,33% berumur (a) antara 25 sampai 29 tahun, (b) berumur antara 30 – 34 tahun dan (c) berumur 35 tahun sampai 39 tahun.

c. Tim teknis dan tokoh masyarakat

Tabel 29 berikut, menunjukkan bahwa sebagian besar tim teknis dan tokoh masyarakat yang menjadi responden berumur antara 35 tahun sampai dengan umur 39 tahun yakni 7 orang atau setara dengan 31,82%. Responden yang paling sedikit adalah 2 orang atau setara dengan 9,09% berumur 25-29 tahun, 30-34 tahun, 35-39 tahun, dan ≥ 55 tahun. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Karakteristik responden tim teknis dan tokoh masyarakat berdasarkan umur.

No	Umur (Tahun)	Frekuensi	Persen
1	25 - 29	2	9,09
2	30 - 34	2	9,09
3	35 - 39	2	9,09
4	40 - 44	5	22,73
5	45 - 49	5	22,73
6	50 - 54	4	18,18
7	≥ 55	2	9,09
Jumlah		22	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

3. Karakteristik responden berdasarkan tingkat pendidikan

a. Petani lada

Tabel 30. Karakteristik responden petani lada berdasarkan pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Persen
1	SD Sedrajat	4	16,67
2	SLTP Sederajat	6	25,00
3	SLTA Sederajat	10	41,67
4	Diploma	2	8,33
5	Sarjana	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Berdasarkan data pada Tabel 30, menunjukkan sebagian besar petani lada tingkat pendidikannya SLTA sederajat, yakni 10 orang atau setara dengan 41,67%. Responden yang paling sedikit adalah 2 orang

atau setara dengan 8,33% adalah yang berpendidikan Diploma dan Sarjana.

b. Peternak kambing

Tabel 31. Karakteristik responden peternak berdasarkan pendidikan.

No	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Persen
1	SD Sederajat	4	16,67
2	SLTP Sederajat	8	33,33
3	SLTA Sederajat	8	33,33
4	Diploma	2	8,33
5	Sarjana	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Berdasarkan data pada Tabel 31, menunjukkan bahwa sebagian besar peternak kambing tingkat pendidikannya SLTA sederajat yakni sebanyak 8 orang (33,33%). Responden yang paling sedikit adalah 2 orang (8,33%) adalah yang berpendidikan Diploma dan Sarjana.

c. Tim teknis dan tokoh masyarakat

Tabel 32. Karakteristik Responden Tim Teknis dan Tokoh Masyarakat Berdasarkan Pendidikan.

No	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Persen
1	Starata Satu	17	77,27
2	Strata Dua	5	22,73
Jumlah		22	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Berdasarkan data pada Tabel 32, menunjukkan bahwa semua Tim Teknis dan Tokoh Masyarakat yang menjadi sampel penelitian

berpendidikan sarjana. Strata Satu berjumlah 17 orang atau setara dengan 77,27% sedangkan Strata Dua (S2) berjumlah 5 orang atau setara dengan 22,73%.

4. Karakteristik responden berdasarkan pengalaman

Pengalaman seseorang dalam menjalankan suatu kegiatan dipengaruhi oleh pengalaman dan keahlian seseorang. Sehubungan dengan penelitian ini, maka akan dipaparkan pengalaman (lamanya menggeluti kegiatan) (a) petani lada, (b) peternak kambing, (c) petani integrasi lada-kambing, serta (d) tim teknis dan tokoh masyarakat.

a. Petani lada

Tabel 33. Karakteristik responden petani lada berdasarkan pengalaman

No	Pengalaman (tahun)	Frekuensi	Persen
1	≤ 4	2	8,33
2	5 - 9	4	16,67
3	10 - 14	4	16,67
4	15 - 19	8	33,33
5	≥ 20	6	25,00
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 33 menunjukkan bahwa, pengalaman yang terlama dalam bertani lada adalah 15 – 19 tahun yakni 8 orang atau setara dengan 33,33%, sedangkan pengalaman yang paling sedikit adalah ≤ 4 yakni 2 orang atau setara dengan 8,33%.

b. Peternak kambing

Tabel 34. Karakteristik responden peternak berdasarkan pengalaman

No	Pengalaman (Tahun)	Frekuensi	Persen
1	≤ 4	6	25,00
2	5 - 9	8	33,33
3	10 - 14	4	16,67
4	15 - 19	4	16,67
5	≥ 20	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 34 menunjukkan pengalaman yang terlama adalah 5 – 9 tahun yakni 8 orang (33,33%), sedangkan paling sedikit adalah 20 tahun ke atas yakni 2 orang atau setara dengan 8,33%.

c. Tim teknis dan tokoh masyarakat

Tabel 35. Karakteristik responden tim teknis berdasarkan pengalaman

No	Pengalaman (Tahun)	Frekuensi	Persen
1	≤ 4	2	9,09
2	5 - 9	4	16,67
3	10 - 14	6	25,00
4	15 - 19	7	29,17
5	≥ 20	3	12,50
Jumlah		22	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 35 menunjukkan bahwa, pengalaman yang terlama dalam membina atau sebagai tim teknis masyarakat adalah 15 – 19 tahun yakni 7 orang (29,17%), dan paling sedikit adalah 4 tahun ke bawah yakni 2 orang atau setara dengan 9,09%.

5. Karakteristik responden petani/peternak berdasarkan tanggungan

a. Petani Lada

Tabel 36. Karakteristik responden petani lada berdasarkan jumlah tanggungan

No	Jumlah Tanggungan	Frekuensi	Persen
1	< 3 orang	2	8,33
2	3 - 4 orang	6	25,00
3	5 - 6 orang	10	41,67
4	7 - 8 orang	4	16,67
5	≥ 9	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 36 menunjukkan jumlah tanggungan keluarga terbesar adalah 5 – 6 orang, yakni 10 responden (41,67%), sedangkan jumlah tanggungan terkecil adalah kurang dari 3 orang dan 9 orang ke atas masing-masing 2 orang responden atau 8,33%.

b. Peternak kambing

Tabel 37. Karakteristik responden peternak kambing berdasarkan jumlah tanggungan.

No	Jumlah Tanggungan	Frekuensi	Persen
1	< 3 orang	4	16,67
2	3 - 4 orang	6	25,00
3	5 - 6 orang	10	41,67
4	7 - 8 orang	2	8,33
5	≥ 9	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Data pada Tabel 37 menunjukkan jumlah tanggungan keluarga terbesar adalah 5 – 6 orang, 10 orang responden dan jumlah tanggungan terkecil adalah 7 – 8 orang sebanyak 2 responden.

6. Karakteristik responden petani/peternak berdasarkan luas lahan

a. Petani lada

Tabel 38. Karakteristik responden petani lada berdasarkan luas lahan

No	Luas lahan	Frekuensi	Persen
1	< 1,0 ha	2	8,33
2	1,0 sampai 1,5	6	25,00
3	1,5 sampai 2,0	6	25,00
4	2,0 sampai 2,5	4	16,67
5	2,5 sampai 3,0	4	16,67
6	≥ 3,0	2	8,33
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Tabel 38 menunjukkan luas lahan kebanyakan yang dikelola adalah seluas 1,0-1,5 dan seluas 1,5-2,0, 6 responden dan paling kecil lahannya adalah 2 orang yakni luas dibawah 1,0 ha.

b. Peternak kambing

Tabel 39. Karakteristik responden peternak berdasarkan luas lahan

No	Luas lahan	Frekuensi	Persen
1	< 1,0 ha	2	8,3
2	1,0 sampai 1,5	12	50
3	1,5 sampai 2,0	8	33,3
4	2,0 sampai 2,5	1	4,2
5	2,5 sampai 3,0	1	4,2
6	≥ 3,0	0	0
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Tabel 39 menunjukkan bahwa, luas lahan kebun lada kebanyakan yang dikelola oleh peternak kambing adalah seluas 1,0 sampai 1,5 sebanyak 12 responden atau (50%). Kemudian seluas 1,5 sampai 2,0 sebanyak 8 Responden (33,3%). Sedangkan frekuensi responden yang paling kecil lahannya adalah 2,0 ha sampai 2,5 ha dan 2,5 sampai 3,0 responden sebanyak 1 responden atau setara dengan 4,2%, sementara yang mengelola lahan dibawah 1 ha sebanyak 2 responden atau setara dengan 8,3%.

7. Karakteristik responden berdasarkan jumlah ternak.

a. Petani lada

Tabel 40. Karakteristik responden petani lada berdasarkan jumlah ternak

No	Jumlah ternak	Frekuensi	Persen
1	< 3 ekor	1	4,17
2	3 - 4 ekor	3	12,50
3	5 - 6 ekor	9	37,50
4	7 - 8 ekor	0	0
5	≥ 9 ekor	0	0
Jumlah		13	54,17

Sumber: Olah data primer, 2018

Tabel 40 menunjukkan bahwa, jumlah kambing yang dternakkan oleh petani lada terbesar adalah 5 – 6 ekor, yakni 9 orang responden atau setara dengan 69,2%. Frekuensi terkecil adalah petani yang memelihara ternak di bawah tiga ekor sebanyak 1 orang atau 12,5%. Responden petani lada yang memelihara kambing hanya 13 orang atau 54,17% dari total responden sebanyak 24 orang.

Peternak kambing

Tabel 41. Karakteristik responden peternak kambing berdasarkan jumlah ternak

No	Jumlah ternak	Frekuensi	Persen
1	< 3 ekor	1	4,2
2	3 - 4 ekor	5	20,8
3	5 - 6 ekor	14	58,3
4	7 - 8 ekor	4	16,7
5	≥ 9 ekor	0	0
Jumlah		24	100,00

Sumber: Olah data primer, 2018

Tabel 41 menunjukkan bahwa, jumlah kambing yang ditanakkan oleh petani lada terbesar adalah 5 – 6 ekor, yakni 14 orang responden atau setara dengan 58,3%. Frekuensi terkecil adalah petani yang memelihara ternak di bawah tiga ekor sebanyak 1 orang atau 4,2%.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Potensi Limbah Gamal

Luas lahan perkebunan lada di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla terus mengalami pertambahan tiap tahunnya. Selain karena semakin tingginya harga lada di pasaran, hal ini juga di dorong dengan semakin banyaknya program bantuan bibit lada unggul dari pemerintah.

Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Enrekang, luas perkebunan lada di Kecamatan Curio sejak tahun 2013 sampai tahun 2017 terus mengalami pertambahan dimana pada tahun 2013 terdapat 1.365 ha, meningkat dalam kurun waktu 5 tahun menjadi 1.736 ha pada tahun 2017 dan di Kecamatan Alla mengalami pertambahan dari 797 ha tahun 2013 menjadi 1.172 pada tahun 2017. Kedua Kecamatan ini menjadi penyumbang terbesar peningkatan luas lahan lada di Enrekang yang juga terus bertambah dimana pada tahun 2013 terdapat 2.931 ha menjadi 4.815 ha pada tahun 2017.

Peningkatan luas areal kebun lada di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla mempengaruhi jumlah limbah dalam bentuk hijauan pakan (daun, kulit, dan ranting) gamal yang dihasilkan dari perkebunan lada.

Metode pengambilan sampel limbah gamal dipilih secara langsung (*purposive sampling*) yang dilakukan berdasarkan pertimbangan jarak tanam 2.5 m x 2.5 m (1600 pohon/ha), umur tanaman (1-15 tahun), interval waktu pemangkasan 4 bulan dan dosis pemupukan NPK phonska (kandungan N=15%, P=15%, K=15% dan S=10%) sebanyak 1,5 kg/pohon/tahun. Lahan kebun lada, gamal yang diambil sebagai sampel adalah lokasi yang sedang dipanen untuk pakan selanjutnya pemisahan daun, kulit dan ranting per pohon sesuai umur untuk dilakukan penimbangan.

Produksi hijauan gamal segar berdasarkan hasil penimbangan yang dilakukan didapatkan hasil kuantitas limbah daun, ranting dan kulit per pohon gamal berdasarkan umur tanaman gamal dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 42 :Daya dukung pakan dan produksi segar hijauan gamal per pohon per 4 bulan berdasarkan umur tanaman.

Jenis Limbah (Kg)	Umur Pohon (Tahun)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Daun	1,02	1,54	3,00	3,47	4,49	4,96	6,86	6,80	7,78	9,64	12,13
Kulit	0,35	0,53	1,07	1,27	1,62	1,86	2,51	2,23	2,96	3,79	4,64
Ranting	0,85	1,33	3,24	3,97	4,86	5,22	8,19	7,93	9,15	11,72	14,88
Total	2,23	3,39	7,31	8,71	10,96	12,03	17,56	16,97	19,89	25,15	31,64
Ton/ha/panen	3,6	5,4	11,7	13,9	17,5	19,2	27,9	31,5	31,9	39,9	51,8
Ternak Muda	6	9	20	24	30	33	48	54	55	68	89
Ternak Dewasa	2	4	8	9	12	13	19	21	21	27	35

Sumber: Data primer setelah di olah, 2018

Hasil data produksi daun, kulit dan ranting pada tabel di atas dapat diketahui bahwa pada gamal umur 1 tahun proporsi daun : kulit: ranting

pada ratio 45% : 16% : 38% dengan total biomassa yang dihasilkan sebesar 3,6 ton/ha/tahun dan pada gamal umur 15 tahun ratio 37,95% : 14,66% : 47,02% dengan total produksi biomassa 50,6 ton/ha/tahun atau mengalami penurunan bobot pada daun dan kulit yaitu sebesar 7,1% dan 1,3% sedangkan bobot ranting bertambah 32,14%. Saviti et al., (2005) menyatakan bahwa peningkatan umur tanaman diikuti pada peningkatan pada produksi dan proporsi ranting serta penurunan pada proporsi daunnya. Penurunan pada proporsi daun dan ranting berhubungan dengan peningkatan kandungan dinding sel. Peningkatan umur pemotongan juga disertai dengan peningkatan produksi daun, ranting dan total tanaman.

Perhitungan potensi limbah gamal (ton/Ha) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Lt = a \times 3b \quad (...)$$

dengan potensi gamal (a) diperoleh dengan cara :

$$a = d \times 1.600 \quad (...)$$

dimana:

- Lt = Potensi limbah gamal dalam setahun pada umur (t)
- A = Potensi gamal dalam satuan kg/ha
- B = Luas pertanaman dalam satuan ha (Interval pemotongan 4 Bulan=3 kali Panen/tahun)
- C = Komponen limbah gamal (daun, ranting, dan kulit) dalam satuan kg/pohon

Rincian perhitungan potensi limbah gamal di Kecamatan Curio dan Alla dengan rata-rata umur tanaman 5 tahun dapat dilihat pada tabel 43 berikut:

Tabel 43. Perhitungan potensi Limbah Gamal di Kecamatan Curio dan Alla dengan rata-rata umur pohon 5 thn, Tahun 2013-2017

Tahun	Jenis Limbah	Potensi /Ha	Luas Panen/4 Bln		Potensi/Tahun (kg)	
			Curio	Alla	Curio	Alla
2017	Daun	^a 7.184			37.414.272	25.258.944
	Ranting	^a 2.592	^b 1.736	^b 1.172	13.499.136	40.497.408
	Kulit	^a 7.776			40.497.408	27.340.416
	Jumlah	^a 17.522			91.410.816	61.712.832
2016	Daun	^a 7.184			35.022.000	23.965.824
	Ranting	^a 2.592	^b 1.125	^b 612	12.636.000	8.646.912
	Kulit	^a 7.776			37.908.000	25.940.736
	Jumlah	^a 17.522			85.566.000	58.553.472
2015	Daun	^a 7.184			32.780.592	20.646.816
	Ranting	^a 2.592	^b 1.021	^b 458	11.827.296	7.449.408
	Kulit	^a 7.776			35.481.888	22.348.224
	Jumlah	^a 17.522			80.089.776	50.444.448
2014	Daun	^a 7.184			31.810.752	18.039.024
	Ranting	^a 2.592	^b 976	^b 337	11.477.376	6.508.512
	Kulit	^a 7.776			34.432.128	19.525.536
	Jumlah	^a 17.522			77.702.256	40.073.072
2013	Daun	^a 7.184			29.418.480	17.176.944
	Ranting	^a 2.592	^b 865	^b 297	10.614.240	6.197.472
	Kulit	^a 7.776			31.842.720	18.592.416
	Jumlah	^a 17.522			71.875.440	41.966.832
Total Potensi Limbah Kabupaten Enrekang						
2017			^b 4815		253.538.640	
2016			^b 4155		218.785.680	
2015			^b 3712		195.459.072	
2014			^b 3213		196.183.728	
2013			^b 2931		154.334.736	

Sumber : ^aHasil Olahan Data primer, 2018

^bDinas Pertanian Kabupaten Enrekang, 2017

Dari tabel 43 di atas menunjukkan potensi limbah gamal di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla dari tahun 2013 sampai tahun 2017 semakin meningkat berturut turut : 71.875.440, 77.702.256, 80.089.776, 85.566.000 dan 91.410.816. Sedangkan di Kecamatan Alla secara berturut turut 41.966.832, 40.073.072, 50.444.448, 58.553.472 dan 61.712.832. Sementara untuk tingkat Kabupaten 253.538.640, 218.785.680, 195.459.072, 196.183.728 dan 154.334.736.

2. Kebutuhan Pakan Hijaun Ternak Kambing

Pada sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing, penentuan kebutuhan pakan dan konsumsi bahan kering (BK) atau *Dry Matter Intake* (DMI) yang didasarkan pada rekomendasi Kears (1992) yakni 3,6 % dari berat badan ternak. Berdasarkan hasil uji berdasarkan bahan kering kecuali kadar air, dari Balai Pengujian Mutu Pakan Ternak (BPMPT) 2009-2012 diketahui kandungan nutrisi daun gamal kandungan air 74,64%, Abu 9,39%, Protein Kasar 26,85%, Lemak Kasar 3,85%, Serat kasar 25,43%, Ca 1,26%, P 0,27%. Dimana kandungan bahan kering hijauan segar daun gamal adalah 18,8%.

Untuk memenuhi kebutuhan bahan kering sebesar 3,6% dari rata rata berat badan kambing (yaitu cempes= 6 Kg, kambing muda 24 Kg dan kambing dewasa 68 Kg) maka di butuhkan masing masing bahan kering sebesar 0,2 kg untuk cempes, 0,9 kg untuk kambing muda dan 2,5 untuk kambing dewasa. Karena kandungan bahan kering daun gamal segar hanya 18,8% maka kebutuhan pakan hijauan segar daun gamal masing

masing di butuhkan 1,2 kg daun segar untuk cempè dengan rata-rata berat badan 6 kg, 4,8 daun gamal segar untuk ternak kambing muda dengan rata-rata berat badan 24 kg serta 13 kg hijauan segar daun gamal untuk kambing dewasa dengan rata-rata berat badan 68 kg.

Untuk menghitung kebutuhan pakan hijauan di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla berdasarkan jumlah populasi ternak kambing selama 5 tahun terakhir dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$Kp = (P) \times b \times 365 \quad (...)$$

dengan nilai b diperoleh dari:

$$b = (c \times d)/18,8 \quad (...)$$

dimana:

- Kp = Kebutuhan pakan hijauan ternak dalam setahun (ton/tahun)
- P = Populasi kambing dalam satuan ekor
- B = Pakan dalam satuan kg/hari
- C = Konsumsi bahan kering (3,6% Berat Badan Ternak)
- D = Rerata berat badan dalam satuan kg
- 365 = Jumlah hari dalam setahun
- 18,8 = Persentase bahan kering hijauan daun gamal (Hasil uji BPMT)

Hasil perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada tabel 44 di bawah ini.

Tabel 44. Kebutuhan pakan hijauan berdasarkan umur kambing di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla tahun 2013-2017

Thn	Umur	Populasi (Ekor)		Konsumsi Bahan Kering	Rerata Berat Badan (kg)	Pakan/ekor/hari (Kg)	Kebutuhan Pakan/ Tahun (Kg)	
		Curio	Alla				Curio	Alla
2017	Cempe	3.574	2.119	3,6 ^b	6 ^a	1.2	1.565.500	928.262,2
	Muda	4.212	2.498	3,6 ^b	24 ^a	4.8	7380.212	4.376.093,0
	Dewasa	4.851	2.876	3,6 ^b	68 ^a	12,3	23.193.622	13.752.646
	Jumlah	12.765 ^a	7.569 ^a				32.139.334 ^d	19.057.001 ^d
2016	Cempe	3.460	1.885	3,6 ^b	6 ^a	1.2	1.515.585	825.612
	Muda	4.078	2.222	3,6 ^b	24 ^a	4.8	7.144.901	3.892.173
	Dewasa	4.696	2.558	3,6 ^b	68 ^a	12,3	22.454.115	12.231.842
	Jumlah	12.358 ^a	6.732 ^a				31.114.602 ^d	16.949.628 ^d
2015	Cempe	2.870	1.412	3,6 ^b	6 ^a	1.2	1.256.937	618.350
	Muda	3.382	1.664	3,6 ^b	24 ^a	4.8	5.925.561	2.915.082
	Dewasa	3.895	1.916	3,6 ^b	68 ^a	12,3	18.622.126	9.161.162
	Jumlah	10.249 ^a	5.042 ^a				25.804.625 ^d	12.694.596 ^d
2014	Cempe	2.734	1.040	3,6 ^b	6 ^a	1.2 ^c	1.197.579	455.485
	Muda	3.222	1.226	3,6 ^b	24 ^a	4.8 ^c	5.645.732	2.147.286
	Dewasa	3.711	1.411	3,6 ^b	68 ^a	12,3 ^c	17.742.712	6.748.226
	Jumlah	9.765 ^a	3.714 ^a				24.586.024 ^d	9.350.997 ^d
2013	Cempe	2.424	921	3,6 ^b	6 ^a	1.2 ^c	1.061.571	403.362
	Muda	2.856	1.085	3,6 ^b	24 ^a	4.8 ^c	5.004.553	1.901.568
	Dewasa	3.289	1.250	3,6 ^b	68 ^a	12,3 ^c	15.727.692	5.976.014
	Jumlah	8.656 ^a	3.289 ^a				21.793.817 ^d	8.280.945 ^d
Total Kebutuhan Pakan Kabupaten Enrekang								
				2017			170674949	
				2016			136267129	
				2015			101785652	
				2014			86350678	
				2013			80982623	

Sumber : ^aDinas Pertanian Kabupaten Enrekang , 2017.101785652

^bRekomendasi kebutuhan Bahan kering, Kearl (1992)

^cBalai Pengujian Mutu Pakan Ternak (BPMPT, 2012)

^dHasil olahan data sekunder, 2018

Dari tabel di atas dapat dilihat kebutuhan pakan hijauan daun gamal di Kecamatan Curio dari tahun 2013 sampai 2017 semakin meningkat dengan pesentase pertambahan pertahun masing masing 11,4%, 4,7%, 17,1% dan 3,2%. Sedangkan di Kecamatan Alla mengalami peningkatan dengan pesentase pertambahan pertahun 11,4%, 26,3%, 25,1% dan 11,1%.

Dari Tabel di atas juga menandakan bahwa berdasarkan populasi ternak kambing di Kecamatan Curio maka kebutuhan akan pakan hijauan masih kecil dibanding dengan potensi produksi hijauan yang dihasilkan. Dimana terdapat sisa pakan hijauan setiap tahun berturut turut di Kecamatan Curio sebesar 50.081,622,9 kg (69,7%), 53.134.232 kg (68,4%), 54.285.151,3 kg (67,8%), 54.451.398,3 kg (63,6%) dan 59.271.482 kg (64,9%). Sedangkan sisa pakan di Kecamatan Alla berturut turut ; 33.685.886,5 (80,3), 34.722.074,2 (78,8%), 37.749.851,7 (74,8%), 41.603.844,4 (71,1%) dan 42.655.830,9 (69,1%).

Untuk menentukan jumlah ternak kambing dalam perencanaan pengembangan sistem integrasi diperlukan parameter kapasitas tampung (*carrying capacity*) atau tingkat pemeliharaan (*stocing rate*). Berdasarkan perbandingan produksi limbah gamal yang dihasilkan per hektar dan kebutuhan pakan ternak maka kapasitas tampung dapat dihitung (Lt/Kp).

Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan tingkat pemeliharaan (*stocing rate*) dalam unit satuan kambing dewasa/ha/tahun. Dengan kapasitas tampung jumlah ekor kambing dewasa berdasarkan umur gamal

dari 1 tahun sampai 10 tahun berturut turut: 2, 4, 8, 9, 12, 19, 21, 21, 27 dan 35 ekor/Ha/tahun.

3. Potensi Limbah Ternak Kambing

Populasi ternak kambing di kabupatenm Enrekang pada tahun 2017 sebanyak 63.735 ekor yang terbagi atas jenis jantan sebanyak 23.395 ekor (36,7%) dan betina sebanyak 39.542 ekor (62,4%).

Populasi ternak kambing di Kabupaten Enrekang tersebar di beberapa kecamatan. Sebaran populasi tersebut diantaranya populasi tertinggi di Kecamatan Curio sebanyak 12.765 ekor (20,19%) dan terbanyak kedua di Kecamatan Alla sebanyak 7.569 ekor (11,87%) dan sisanya terbagi ke bebarapa kecamatan lain di Kabupaten Enrekang.

Dari hasil observasi dan survey yang dilaksanakan di lokasi penelitian, sistem pemeliharaan ternak kambing dilakukan dengan sistem perkandangan dengan pemeliharaan intensif. Hal ini di lakukan mengingat terbatasnya lahan pengembalaan terutama sekitar perkebunan lada. Juga ditakutkan jika ternak dibiarkan lepas di lokasi perkebunan akan merusak pertanaman lada, gamal yang ada. Selain itu alasan petani/peternak memilih sistem perkandangan adalah untuk lebih memudahkan dalam memanen feses dan urine serta sisa pakan yang akan di manfaatkan sebagai pupuk kompos.

Pemeliharaan ternak dengan sistem perkandangan dan pemeliharaan intensif memudahkan peneliti dalam menghitung jumlah limbah baik feses, urine dan sisa pakan yang bisa di manfaatkan sebagai pupuk kandang.

Dari hasil penelitian dengan metode survey dan observasi serta wawancara dengan pengisian kuisioner yang dilakukan didapatkan 100% responden memelihara ternak kambing menggunakan sistem perkandangan dengan pemeliharaan insentif. Hal ini dilakukan berdasarkan beberapa faktor pertimbangan. Faktor faktor tersebut antara lain ; (1) Peternak merasa lebih mudah dan praktis dengan pemeliharaan sistem perkandangan (2). Ketersediaan pakan yang melimpah (3) Memudahkan petani dalam mengambil kotoran kambing sebagai pupuk kandang (4) Keamanan pertanaman lada (5) Ternak kambing lebih aman dalam kandang dari pemangsa ular piton dan anjing liar serta dari kemungkinan jatuh di tebing (6) Ketersediaan kandang yang memadai dan (7) Memudahkan dalam mengontrol ternak kambing terutama yang bunting dan baru melahirkan.

Kondisi sistem pemeliharaan intensif yang dilakukan petani/peternak memudahkan peternak dalam mengumpulkan limbah ternak (feses, urine dan sisa pakan) untuk di manfaatkan sebagai pupuk kompos. Hal ini menjadikan kotoran ternak kambing sangat potensial untuk di manfaatkan di pertanaman lada, gamal mengingat potensi limbah yang dihasilkan sangat melimpah.

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan Matius dkk tahun 1994 sisa pakan hijau yang terbuang / 40 – 50% dari pakan pemberian. Nilai pencernaan bahan kering pakan yang dikonsumsi (3,6% dari berat badan ternak) adalah 50 % yang dikeluarkan dalam bentuk feses. Sementara

produksi urine kambing menurut pengamatan pencernaan bahan pakan memberikan kisaran 600 – 2.500 ml/hari. Potensi limbah ternak kambing (feses, urine dan sisa pakan) ternak kambing di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla diperoleh dengan cara sebagai berikut.

$$P = a + b + c \quad (...)$$

dimana:

P = Potensi limbah Ternak Kambing dalam setahun

a = Sisa pakan (50% pemberian) dalam satuan kg

b = Feses dalam satuan kg (Nilai pencernaan bahan kering 50%)

c = Urine dalam satuan kg (konversi ml ke kg)

Secara detail, hasil perhitungan potensi limbah kotoran (feses, urin, dan sisa pakan) dapat dilihat pada perhitungan pada tabel 45.

Hasil perhitungan limbah ternak kambing dalam bentuk sisa hijauan pakan, feses dan urine, di Kecamatan Curio selama 5 tahun terakhir memperlihatkan pertambahan secara berturut turut pertambahan tiap tahun sebanyak; 1.149.519 kg (3,189%), 5.956.596 Kg (17,1%), 1.366.995 kg (4,7%) dan 1.366.995 kg (5%). Sedangkan di Kecamatan Alla secara berturut turut sebanyak 2,150.144 kg (11,1%), 4.341.390 kg (25.1%), 3.411.459 kg (26,3%) dan 1.091.770 (11,4%).

Tabel 45 Perhitungan potensi limbah feses, urine dan sisa pakan ternak kambing berdasarkan umur dan rataan berat badan Ternak Kambing di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla

Thn	Struktur Populasi	Populasi (Ekor)		Produksi Limbah/Ekor/Hr			Potensi Limbah/Thn		
		Curio	Alla	Sisa Pakan (kg)	Feses (Kg)	Urine (ml)	Total (Kg)	Curio ^c (Kg)	Alla ^c (Kg)
2017	Cempe	3.574	2.119	0,6 ^b	0,6 ^b	600 ^b	2,2	2.348.249	1.392.393
	Muda	4.212	2.497	2,4 ^b	2,4 ^b	1.000 ^b	5,8	8.917.757	5.287.779
	Dewasa	4.850	2.876	6,6 ^b	6,6 ^b	1.000 ^b	14	24.787.077	12.763.605
	Jumlah	12.765 ^a	7.569 ^a					36.053.083	19.443.777
2016	Cempe	3.460	1.885	0,6 ^b	0,6 ^b	600 ^b	2,2	2.273.377	1.238.418
	Muda	4.078	2.222	2,4 ^b	2,4 ^b	1.000 ^b	5,8	8.633.422	4.703.043
	Dewasa	4.696	2.558	6,6 ^b	6,6 ^b	1.000 ^b	14	2.399.764	11.352.171
	Jumlah	12.358 ^a	6.732 ^a					34.903.564	17.293.632
2015	Cempe	2.869	1.411	0,6 ^b	0,6 ^b	600 ^b	2,2	1.885.406	927.526
	Muda	3.383	1.663	2,4 ^b	2,4 ^b	1.000 ^b	5,8	7.160.053	3.522.391
	Dewasa	3.895	1.915	6,6 ^b	6,6 ^b	1.000 ^b	14	19.901.504	8.502.325
	Jumlah	10.249 ^a	5.042 ^a					28.946.968	12.952.242
2014	Cempe	2.734	1,039	0,6 ^b	0,6 ^b	600 ^b	2,2	1.796.369	683.227
	Muda	3.222	1.225	2,4 ^b	2,4 ^b	1.000 ^b	5,8	6.821.927	2.594.638
	Dewasa	3.711	1.411	6,6 ^b	6,6 ^b	1.000 ^b	14	18.961.677	6.262.918
	Jumlah	9.765 ^a	3.714					27.579.973	9.540.783
2013	Cempe	2.424	920	0,6 ^b	0,6 ^b	600 ^b	2,2	1.592.357	605.044
	Muda	2.857	1.085	2,4 ^b	2,4 ^b	1.000 ^b	5,8	6.047.168	2.297.728
	Dewasa	3.289	1.249	6,6 ^b	6,6 ^b	1.000 ^b	14	16.808.220	5.546.248
	Jumlah	8.656 ^a	3.289					24.447.747	8.449.013
Total Limbah Fese Kabupaten Enrekang									
2017								190.715.785	
2016								152.396.552	
2015								114.721.909	
2014								97.726.706	
2013								99.900.695	

Sumber: ^aDinas Pertanian Kabupaten Enrekang , 2017

^bMatus et. al hal. 2 (1994)

^cData primer setelah di olah, 2018

4. Kebutuhan Hara Tanaman Lada, gamal

Menurut Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (2012), kebutuhan pupuk organik untuk tanaman lada yang di tanam dengan populasi renggang (1.600 tanaman/ha) membutuhkan pupuk sebanyak 16 ton/ha atau 10 kg/tanaman/tahun.

Kebutuhan pupuk kandang untuk tanaman lada di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla diperoleh dengan cara sebagai berikut.

$$P = a \times b \quad (...)$$

dimana:

P = kebutuhan pupuk dalam setahun

a = luas pertanaman lada dalam satuan ha

b = kebutuhan pupuk kandang kambing dalam satuan ha

Secara detail, hasil perhitungan kebutuhan pupuk/tahun dapat dilihat pada perhitungan pada tabel 46.

Total potensi limbah ternak kambing yang dihasilkan di Kecamatan Curio selama 5 tahun terakhir (2013-2017) sudah lebih dari kebutuhan tanaman lada yang ada. Adapun sisa limbah ternak kambing (feses, urine dan sisa pakan) di Kecamatan Curio secara berturut turut : 1.531.941,3 kg (7,63%), 2.556.966,4 kg (13,16%), 800.732 kg (4,97%), 714.681,3 kg (4,65%) dan 635.867,5 kg (95,33%) Sedangkan di Kecamatan Alla adalah 785.640,11 kg (7,23%), 484.088,94 kg (5,09%), 368.017,89 kg (5,08%), 276.614,13 (40,94%) dan 266.507,51 kg (5,64%)

Tabel 46. Kebutuhan Pupuk kandang untuk tanaman lada di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla tahun 2013-2017

Tahun	Luas Pertanaman Lada (Ha)		Kebutuhan Pupuk Kandang Kambing/ Ha (Kg)	Total Kebutuhan Pupuk/Tahun (kg)	
	Curio	Alla		Curio	Alla
2017	^a 1.236	^a 672	^b 15.000	^c 18.540.000	^c 10.080.000
2016	^a 1.125	^a 612	^b 15.000	^c 16.875.000	^c 9.180.000
2015	^a 1.021	^a 458	^b 15.000	^c 15.315.000	^c 6.870.000
2014	^a 976	^a 337	^b 15.000	^c 14.640.000	^c 5.055.000
2013	^a 865	^a 297	^b 15.000	^c 12.975.000	^c 4.455.000

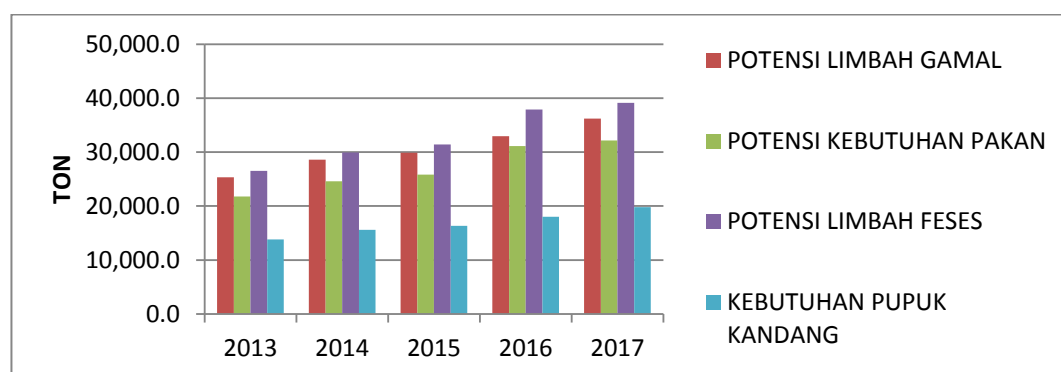
Kebutuhan Pupuk Kandang u Lada Kab. Enrekang	
2017	57.225.000
2016	47.325.000
2015	40.680.000
2014	33.195.000
2013	28.965.000

Sumber: ^aDinas Pertanian Kabupaten Enrekang, 2018

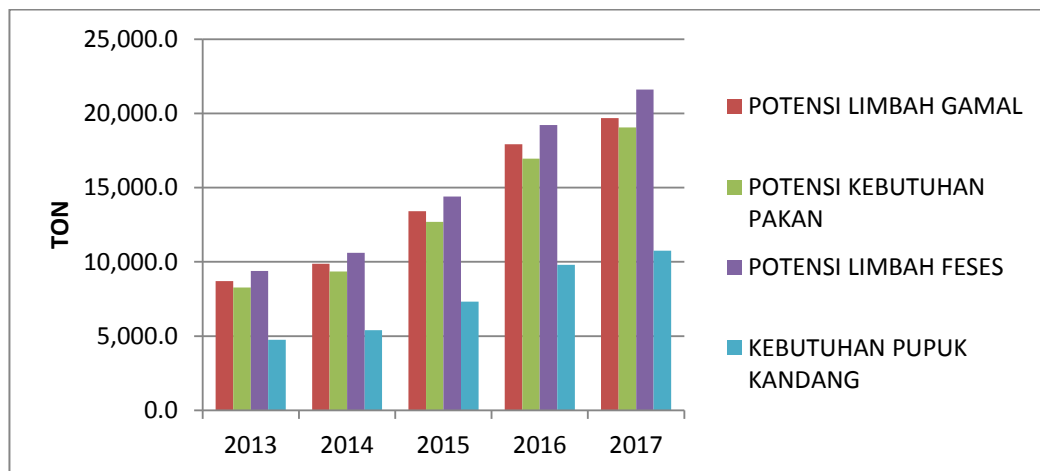
^bBalai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (2012),

^cData Primer setelah di olah, 2018

Perhitungan potensi limbah gamal kebutuhan pakan ternak kambing, produksi limbah ternak dan kebutuhan pupuk limbah ternak kambing selanjutnya dapat di lihat dalam grafik berikut:



Gambar 20 Grafik Potensi Limbah gamal, Kebutuhan Pakan, potensi limbah ternak dan Kebutuhan Pupuk Organik Tanaman Lada di Kec. Curio



Gambar 21 Grafik Potensi Limbah gamal, Kebutuhan Pakan, potensi limbah ternak dan Kebutuhan Pupuk Organik Tanaman Lada di Kec. Alla

5. Model Pengelolaan Limbah

Berdasarkan hasil observasi, kuisiner dan wawancara yang dilakukan pada 48 responden yang berprofesi sebagai petani lada dan peternak kambing di Kecamatan Curio dan Kecamatan Alla maka di peroleh gambaran seperti pada tabel 47.

Tabel 47 Perlakuan Petani responden terhadap Limbah lada, gamal dan limbah ternak Kambing di Kecamatan Alla dan Curio.

Jenis Limbah	Responden	Dimanfaatkan		Tidak Di manfaatkan		
		Pekan Ternak	Pupuk	Dibiarkan	Dibuang	Penguat Teras
Lada	24	-	20	4	-	-
Persentase	100%	0	83%	16,7%	0	0
Gamal	24	13	4	5	-	2
Persentase	100%	54%	17%	21%	0%	8%
Feses	24	-	14	10	-	-
Persentase	100%	0%	58%	42%	0%	0%

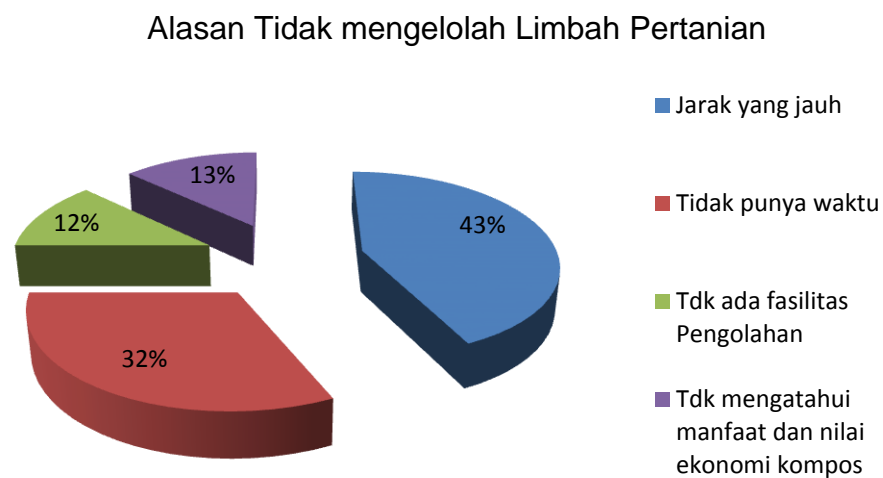
Sumber: Hasil olahan Data primer, 2018

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan sesuai tabel 35 di atas, dari 24 responden petani lada, yang memanfaatkan limbah berupa sisa pasca panen lada berupa kulit lada dan biji yang rusak sebanyak 20 orang (*83%), memanfaatkan limbah daun gamal sebagai pakan ternak sebanyak 13 orang (54%), 4 orang (17%) yang mengola sebagai pupuk kompos dan yang membiarkan berada di lahan setelah pemangkasan sebanyak 5 orang (21%) dan 2 orang atau (8,3%) yang memanfaatkan sebagai bahan penguat teras. Sedangkan untuk limbah ternak kambing berupa feses, sisa pakan dan urine sebanyak 14 responden atau (58,3%) yang memanfaatkan sebagai pupuk organik dan sebanyak 10 responden atau (41,7%) yang membiarkannya berada di bawah kolom kandang.

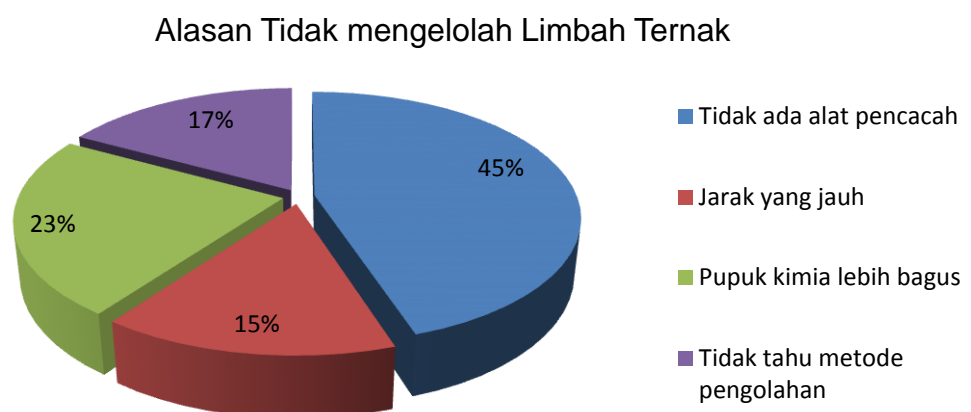
Dari data yang di dapatkan di atas dapat dikatakan bahwa pengelolaan limbah gamal dari tanaman lada dan feses kambing sebagai sistem integrasi limbah belum optimal di mana baru 17 responden yang terdiri dari 13 responden atau 54% memanfaatkannya sebagai pakan ternak kambing dan 4 responden (14%) yang memanfaatkan sebagai pupuk kompos daun gamal dan sebanyak 14 responden atau 58,3% yang memanfaatkan feses sebagai pupuk organik pada tanaman lada.

Belum optimalnya pemanfaatan limbah lada, gamal dan feses kambing menurut responden disebabkan berbagai faktor (1). Jauhnya lokasi kebun dengan pemukiman. (2) Petani memiliki persepsi bahwa pupuk kimia lebih baik dan lebih praktis (3) Petani tidak memiliki alat pencacah limbah. (4). Petani/peternak merasa tidak memiliki waktu yang

cukup untuk mengelolah limbah. (5) Petani tidak mengetahui cara pembuatan pupuk kompos dari daun gamal. (6) Petani tidak mengetahui manfaat dan nilai ekonomi dari pupuk kompos. Untuk lebih jelasnya faktor yang menjadi alasan petani tidak memanfaatkan limbah dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



Gambar 22 Alasan tidak mengelolah limbah pertanian



Gambar 23 Alasan tidak mengelolah limbah (feses) kambing

B . PEMBAHASAN

1. Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan suatu alat yang digunakan mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis dalam merumuskan strategi suatu sistem. Adapun tahapan analisis SWOT yang di gunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Identifikasi Faktor Penentu Strategi Sistem Integrasi.

Pengidentifikasian faktor penentu strategi pengembangan model pertanian zero waste melalui integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing dilakukan dengan melakukan wawancara dan pengisian kuisisioner kepada 70 orang responden yang memahami sistem integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing. Hasil yang diperoleh berupa identifikasi faktor internal dan Faktor eksternal yang mempunyai bobot berbeda tergantung besarnya pengaruh faktor tersebut selanjutnya dapat dilihat pada tabel 48.

Faktor internal penentu strategi pengembangan model pertanian zero waste melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing meliputi berbagai macam faktor yang menggambarkan potensi dari keadaan riil saat ini di lokasi penelitian. Faktor internal yang didapatkan tersebut dapat berperan sebagai kekuatan maupun kelemahan terhadap upaya penentuan strategi pengembangan sistem integrasi.

Tabel 48. Faktor Internal Penentu strategi

Keterangan	Faktor Internal Penentu Strategi	Bobot
Tinggi	✓ Potensi Limbah gamal dan feses kambing yang memadai	14
	✓ Ketersediaan Potensi Lahan pengembangan lad/kambing	13.6
	✓ Pengalaman petani / peternak dalam budidaya lada, gamal dan ternak kambing	11.1
	✓ Kepemilikan kebun lada, gamal dan ternak kambing secara bersamaan.	9.9
	✓ Jarak lokasi kebun lada, gamal dan ternak kambing dari lokasi pemukiman	9.7
	✓ Tersedianya tenaga kerja	8.8
	✓ Serangan penyakit gondok dan lumpuh pada ternak kambing	8.5
Sedang	✓ Fasilitas kandang kambing	5.2
	✓ Letak kebun	5.2
	✓ Kemauan petani /peternak dalam mengelolah limbah gamal dan feses kambing	5
Rendah	✓ Ketersediaan bakalan induk dan pejantan ternak kambing.	2.5
	✓ Ketersediaan sarana dan prasarana penunjang	2.2
	✓ Respon petani terhadap teknologi budidaya lada dan ternak kambing	1.5
	✓ Ketersediaan bibit unggul lada	1.2
	✓ Penguasaan kebun lada, gamal	1
	✓ Keterampilan petani/peternak dalam pengolahan limbah integrasi lada, gamal dan ternak kambing	0.4
	✓ Ketersediaan modal	0.2
	Jumlah	100

Faktor internal yang memiliki bobot tinggi berdasarkan hasil kuisioner (10-14) yaitu Potensi limbah gamal dan feses kambing yang memadai (14), Ketersediaan potensi lahan pengembangan (13,6) pengalaman petani/peternak dalam sisitim integrasi (11,1) kepemilikan kebun lada,

gamal dan ternak kambing secara bersamaan (9,9), Jauhnya jarak lokasi kebun lada, gamal dan ternak kambing dari pemukiman(9,7), tersedianya tenaga kerja (8,8) serta tingginya frekuensi serangan penyakit gondok dan lumpuh pada ternak kambing. Fasilitas kandang kambing yang kurang mendukung (8,5). Hal itu dikarenakan dalam model pertanian zero waste melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing, potensi ketersediaan produksi daun gamal menjadi faktor penentu utama bagi sistem integrasi. Faktor lain yang sangat menentukan terbangunnya model pertanian zero waste adalah Ketersediaan potensi lahan dan kepemilikan sumberdaya lahan berupa kebun lada dan sumberdaya ternak secara bersamaan. Selain itu ketersediaan tenaga kerja dari anggota keluarga atau petani miskin yang tidak memiliki lahan serta ketersediaan sarana fasilitas kandang di area kebun lada menentukan dalam sistem integrasi. Faktor internal dengan bobot sedang namun sangat menentukan sistem integrasi adalah adanya kemauan petani dan peternak dalam mengelolah limbah gamal maupun limbah ternak (5,2) Tingginya serangan penyakit gondok juga mempengaruhi kemauan petani dalam memelihara ternak (5,2). keberadaan kebun yang kurang strategis karena terletak diperbukitan dan berada di pinggiran hutan yang menjadi kendala dalam sistem pengambilan pakan daun gamal dan pemanfaatan feses terutama yang tidak di fermentasi serta adanya hama ular piton dari hutan pada ternak kambing (5), selain itu adanya kemauan dari petani dan peternak dalam

mengelola limbah gamal sebagai pakan dan sisa pakan sebagai kompos maupun pemanfaatan feses sebagai pupuk organik.

Faktor internal yang kurang berpengaruh dalam mendukung model pertanian zero waste melalui sistem integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing memiliki bobot yang lebih rendah (0-4), di antaranya kurangnya bakalan induk dan pejantan ternak kambing (2,5), minimnya sarana dan prasarana penunjang (2,2), respon petani terhadap kegiatan integrasi lada, gamal dan ternak kambing (1,5) Dukungan ketersediaan bibit lada unggul lokal yang berproduksi tinggi (1,2) besarnya skala penguasaan kebun lada (1), kurangnya keterampilan petani/peternak dalam pengolahan limbah yang berasal dari sistem integrasi (0,4) ketersediaan modal yang akan diinvestasikan dalam sistem integrasi (0,2)

Faktor eksternal penentu strategi model pertanian *zero waste* melalui integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing meliputi berbagai macam faktor yang menggambarkan keadaan atau kondisi luar yang mempengaruhi terhadap model pertanian *zero waste* melalui integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing. Faktor eksternal dapat berperan sebagai peluang ataupun ancaman terhadap upaya penentuan strategi pengembangan model pertanian *zero waste*.

Tabel 49. Faktor Eksternal Penentu Strategi Sistem Integrasi

Keterangan	Faktor Eksternal Penentu Strategi	Bobot
Tinggi	✓ Tingginya harga dan kebutuhan (peluang pasar) lada dan ternak kambing	13
	✓ Penetapan kawasan pengembangan komoditi unggulan dan sentra pengembangan ternak kambing	12.8
	✓ Masih kurangnya program pemerintah dalam pengelolaan feses kambing dan limbah gamal	12
	✓ Banyaknya program bantuan pertanian dan peternakan	11.4
	✓ Penyuluh pertanian dan peternakan yang selalu berada di wilayah binaan	11
	✓ Keadaan iklim dengan kelembaban tinggi yang kurang mendukung perkebunan lada dan ternak kambing	10.5
Sedang	✓ Belum berperannya koperasi/gapoktan dalam pemasaran hasil pertanian dan ternak kambing anggota	7.6
	✓ Tingginya tingkat penularan penyakit busuk pangkal batang lada	5.2
Rendah	✓ Semakin mahalnya harga pupuk kimia	4.4
	✓ Tersedianya pupuk kimia yang sangat mudah diperoleh petani/peternak	4.3
	✓ Alih fungsi lahan ke hortikultura khususnya bawang merah	3
	✓ Kondisi lingkungan sekitar lokasi kebun lada	2.7
	✓ Ketersediaan bakalan dan bibit lada unggul lokal	1
	✓ Produktifitas kambing lokal	0.6
	✓ Dukungan Prasarana jalan ke lokasi kebun	
Jumlah		100

Faktor eksternal yang mempunyai bobot lebih tinggi (10-14) yaitu tingginya harga dan peluang pasar, adanya penetapan kawasan pengembangan komoditi unggulan dan sentra pengembangan ternak kambing, kurangnya program pemerintah dalam hal pengolahan limbah

gamal dan feses kambing, banyaknya program bantuan pertanian dan peternakan, keberadaan penyuluh serta keadaan iklim dengan bobot masing masing 13, 12,8, 12, 11,4, 11 dan 10,5. Tingginya harga baik lada maupun ternak kambing serta besarnya peluang pasar menjadi faktor yang sangat penting untuk mendorong petani untuk memelihara ternak di kebun lada.

Faktor eksternal lain yang berpengaruh dengan nilai sedang (5-10) yaitu belum berperannya koperasi/gapoktan dalam sistem pemasaran hasil anggota (7,6) tingginya tingkat penularan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada (5,2). Faktor eksternal yang kurang berpengaruh dalam penentuan strategi dengan bobot lebih rendah (0-5). semakin mahalnya harga pupuk kimia (4,4), tersedianya pupuk kimia yang mudah didapatkan (4,3), adanya proses alih fungsi lahan (3) serta kondisi sekitar lokasi kebun (2,7), ketersediaan bibit lokal (1), Produktivitas Kambing lokal (0,6) dan dukungan prasarana jalan ke lokasi kebun dengan bobot (0,2).

Skoring Faktor penentu Strategi sistem Integrasi.

Skorong faktor penentu startegi pengembangan model pertanian zero waste melauli sistem integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing dilakukan dengan pengisian kuisisioner yang berisi faktor faktor internal dan eksternal oleh responden . Kuisisioner diisi oleh responden berdasarkan kelemahan, kekuatan, peluang dan ancaman/tantangan. Skor tersebut bernilai mulai dari -4 sampai -1 (-4; sangat lemah, -3 ; lemah, -2 agak

lemah dan -1 lemah), untuk kelemahan dan ancaman sedangkan untuk kekuatan dan peluang menggunakan skor 1-4 (1; kurang kuat, 2; agak kuat, 3; kuat, 4 ; sangat kuat). Responden memilih nilai berdasarkan pengaruh faktor faktor tersebut sesuai kenyataan yang di alami.

Faktor kekuatan meliputi (1) Potensi Limbah gamal dan feses kambing yang memadai, (2) Potensi Lahan Pengembangan (3) Adanya pengalaman petani / peternak dalam budidaya lada, gamal dan ternak kambing, (4) Adanya kemauan petani /peternak dalam mengelolah limbah gamal dan feses kambing, (5) adanya kepemilikan ternak dan kebun lada secara bersamaan (6) Besarnya skala kepemilikan kebun lada (7). Tingginya kepemilikan ternak kambing (8). Tersedianya tenaga kerja (9). Tingginya respon petani pada tekhnologi sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing

Adapaun faktor kelemahan antara lain (1). Terbatasnya jumlah bakalan induk dan pejantan unggul serta tidak tersedianya bibit lada unggul lokal (2). Jauhnya jarak kebun dari pemukiman (3) Fasilitas kandang kambing yang kurang mendukung, (4) Tingginya serangan penyakit kambing (5). Keadaan kebun yang kurang strategis karena terletak di perbukitan dan pinggiran hutan, (6). Minimnya sarana dan prasarana penunjang (7). Kurangnya pengetahuan petani/peternak tentang manfaat sistem integrasi pertanian dan peternakan dan (8). Ketersediaan modal untuk investasi usaha integrasi lada, gamal dan ternak kambing.

Faktor Peluang antara lain (1).Tingginya harga dan kebutuhan (peluang pasar) lada dan ternak kambing. (2). Penetapan kawasan pengembangan komoditi unggulan dan sentra pengembangan ternak kambing, (3). Banyaknya program bantuan pertanian dan peternakan,. (4).Penyuluh pertanian dan peternakan yang selalu berada di wilayah binaan, (5). Ketersediaan bibit lada dan indukan serta pejantan unggul lokal (6) Tingginya produktivitas ternak lokal (7). Dukungan sarana jalan dan (8). Semakin mahalnya harga pupuk kimia.

Sementara ancamannya menyangkut (1). Masih kurangnya program pemerintah dalam pengelolaan feses kambing dan limbah gamal, (2). Belum berperannya koperasi/gapoktan dalam pemasaran hasil pertanian dan ternak kambing anggota, (3). Keadaan iklim (4). Alih fungsi lahan ke hortikultura khususnya bawang merah dan (5). Tersedianya pupuk kimia yang mudah diperoleh petani/peternak (6). Alih fungsi lahan dan (7). Kondisi sekitar kebun lada yang merupakan kawasan hutan.

Analisis Faktor Penentu

Analisis Faktor Internal (kekuatan dan kelemahan) sistem integrasi tanaman lada, gamal dengan ternak kambing sistem *zero waste* di Kabupaten Enrekang, digambarkan sebagai berikut :

Tabel 50. Matriks IFAS (*Internal Factor Analysis Strategy*) berdasarkan Kuisisioner.

A	KEKUATAN	Bobot	Rating	Skor
1.	Potensi Limbah gamal dan feses kambing yang memadai	14	3,0	32,80
2.	Potensi Lahan Pengembangan	13,6	3,0	40,61
3.	Adanya pengalaman petani / peternak dalam budidaya lada, gamal dan ternak kambing	11,1	3,0	33,62
4.	Adanya kemauan petani /peternak dalam mengelolah limbah gamal dan feses kambing	9,9	2,9	28,71
5.	Kepemilikan kebun lada, gamal dan ternak kambing secara bersamaan.	8,8	2,4	21,37
6.	Besarnya skala penguasaan kebun lada, gamal	5,2	2,7	13,89
7.	Tingginya kepemilikan kambing	2,5	2,6	6,50
8.	Tersedianya tenaga kerja	2	2,6	5,20
9.	Tingginya respon petani terhadap teknologi budidaya lada dan ternak kambing	1,7	2,6	4,42
				186,71
B	Kelemahan			
1	Terbatasnya Bakalan Indukan dan Pejantan Unggul dan bibit lada unggul lokal	9,7	-2,3	-22,17
2	Jauhnya jarak lokasi kebun lada, gamal dan ternak kambing dari lokasi pemukiman	7,5	-2,4	-20,76
3	Fasilitas kandang kambing yang kurang mendukung	4,2	-2,3	-11,81
4	Tingginya serangan penyakit kambing	4	-2,1	-10,50
5	Keadaan kebun yang kurang strategis karena terletak di perbukitan dan pinggir hutan	3	-2,3	-6,90
6	Minimnya sarana dan prasarana penunjang	2,2	-2,4	-5,28
7	Kurangnya pengetahuan petani/peternak tentang manfaat sistem integrasi pertanian dan peternakan	0,4	-2,3	-0,92
8	Ketersediaan modal	0,2	-2,4	-0,47
Jumlah				-71,92

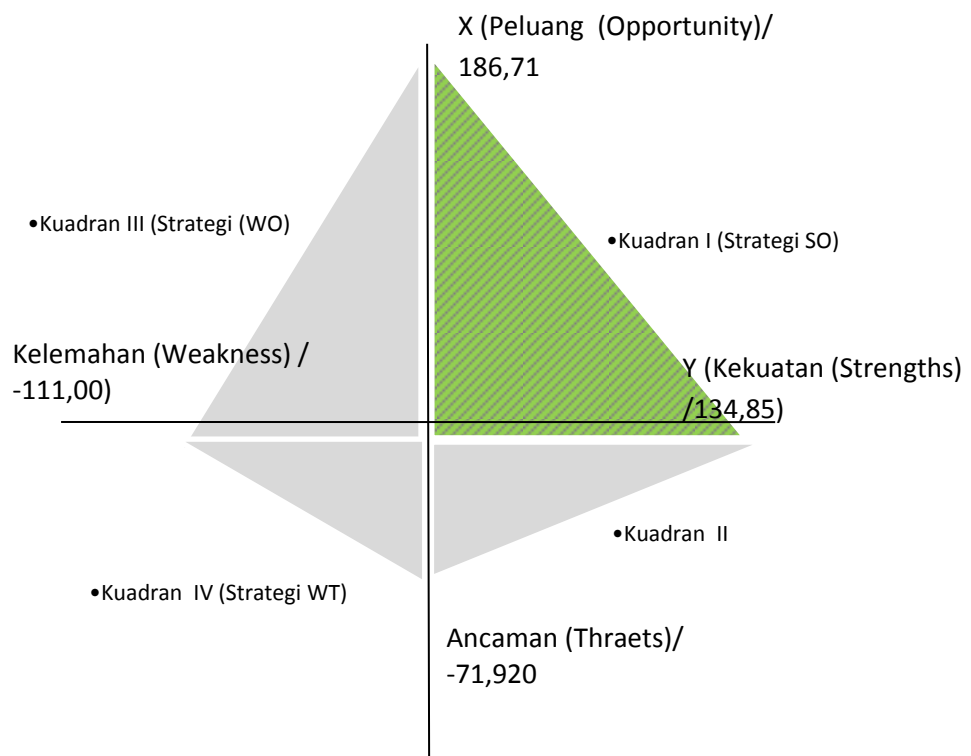
Analisis faktor eksternal tentang peluang dan tantangan integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang, digambarkan sebagai berikut :

Tabel.51 Matriks EFAS (*External Factor Analysis Strategy*) berdasarkan kuisioner

A.	Peluang	Bobot	Rating	Skor
1.	Tingginya harga dan kebutuhan (peluang pasar) lada dan ternak kambing	13	2,5	32,13
2.	Penetapan kawasan pengembangan komoditi unggulan dan sentra pengembangan ternak kambing	12,8	3,0	38,22
3.	Banyaknya program bantuan pertanian dan peternakan	11,4	2,0	22,64
4.	Penyuluh pertanian dan peternakan yang selalu berada di wilayah binaan	11	2,7	29,54
5.	Ketersediaan bibit lada dan Indukan kambing unggul lokal	1	2,2	2,23
6.	Produktivitas kambing lokal yang rendah	0,6	3,1	1,84
7.	Dukungan prasarana jalan	0,2	2,2	0,45
8.	Semakin mahal nya harga pupuk kimia	4,4	2,2	9,81
Jumlah				136,85
B	Ancaman	Bobot	Rating	Skor
1	Masih kurangnya program pemerintah dalam pengelolaan feses kambing dan limbah gamal	12	-2,3	27,94
2	Keadaan iklim dengan kelembaban tinggi yang kurang mendukung perkebunan lada dan ternak kambing	10,5	-2,5	-26,25
3	Tingginya penyakit busuk batang lada	5,2	-2,6	-13,74
4	Belum berperannya koperasi/gapoktan dalam pemasaran hasil pertanian/ternak	7,6	-2,6	-19,76
5	Tersedianya pupuk kimia yang mudah didapatkan	4,3	-2,3	-9,95
6	Ali Fungsi Lahan	3	-2,3	-6,99
7.	Keadaan Lingkungan sekitar kebun lada	2,7	-2,4	-6,36
Jumlah				-111,0

Nilai faktor faktor internal yang terdapat dalam tabel 10 mempunyai nilai rata rata skoring kekuatan antara 2,2 sampai 3.0 dengan nilai keseluruhan yang dihasilkan dari perkalian antara bobot dan nilai skoring rata rata sebesar 186,71 .dan nilai skoring rata rata -2,1 sampai -2,4 untuk faktor kelemahan dengan total nilai keseluruhan -71,92.

Sedangkan untuk faktor faktor eksternal yang terdapat dalam tabel 11 mempunyai nilai rata rata skoring untuk faktor peluang antara 2,2 sampai 3.1 dengan nilai keseluruhan 136,89 dan rata rata skoring untuk ancaman -2,3 sampai -2,6 dengan nilai keseluruhan -111,00. Sehingga tampilan grand strategi dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 23 Tampilan matriks grand strategi pengembangan integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.

Dari gambar kurva yang dihasilkan pada matriks grand strategi menunjukkan skor untuk faktor faktor internal dan eksternal secara keseluruhan menggambarkan strategi pertumbuhan agresif (*growth oriented strategy/SO*) yang berada pada kuadran I. dengan memaksimalkan kekuatan yang dimiliki dalam memanfaatkan peluang pengembangan, di antaranya dapat dilihat pada tabel 52 berikut ini:

Tabel 52 : Rekomendasi strategi pengembangan model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem *zero waste*

No.	Rekomendasi Strategi Pengembangan Model Integrasi Gada gamal dan Ternak Kambing Sistem <i>Zero Waste</i>
1.	Mengadakan pelatihan teknis pengolahan limbah gamal dan limbah ternak bagi kelompok tani/peternak secara berkala
2.	Mengoptimalkan pemanfaatan lahan potensial pengembangan lada yang tersedia.
3.	Membuat kawasan percontohan dan pusat pelatihan desa organik berbasis sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
4.	Melakukan penyuluhan secara rutin untuk mengubah pengetahuan, sikap dan keterampilan petani/peternak agar mengelola usaha tani/peternakan dengan sistem <i>zero waste</i>
5.	Menata ulang sistem pemberian bantuan kepada kelompok tani/peternak agar lebih tepat sasaran dan lebih berkelanjutan khususnya dalam pengembangan sistem integrasi tanaman lada, gamal dan ternak kambing
6.	Memperbaiki sistem pemasaran hasil pertanian/ternak dengan mengoptimalkan peran gapoktan/koperasi tani.
7.	Memfokuskan program bantuan pertanian dan peternakan pada pemenuhan sarana penunjang sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing yaitu pengadaan bakalan indukan dan pejantan nunggul, pengadaan bantuan binbil lada unggul serta pengadaan sarana dan prasarana pengolahan limbah ytermasuk pengadaan bantuan alat pencacah

2. Pemodelan Sistem Dinamik

Sistem dinamik merupakan permodelan dan simulasi komputer untuk mempelajari dan mengelolah sistem umpan balik seperti sistem lingkungan. Sistem tersebut merupakan kumpulan elemen atau sub sistem yang saling berinteraksi, berfungsi bersama untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Causal Loop Sistem Integrasi Lada, gamal dan ternak kambing.

Pada prinsipnya *stella* merupakan simulator untuk menyusun model sistem dinamis dimana variabel yang diamati akan terjadi perubahan setiap saat atau sebagai fungsi waktu. Penyusunan model di dasarkan pada dua pendekatan yaitu pendekatan hubungan sebab- akibat yang selanjutnya di ubah dalam bentuk variabel atau parameter dalam sistem dinamis dan konservasi (neraca) bahan yaitu bahan tidak dapat diciptakan atau dimusnakan tapi hanya bisa berubah baik yang bersifat fisis, biologis atau kimiawi.

Berdasarkan hasil identifikasi pada riil sistem dan berdasarkan literature dan studi pustaka tentang faktor faktor yang saling berinteraksi dalam sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing maka variabel variable yang teridentifikasi berdasarkan komponen dapat di lihat dalam table 53 berikut:

Tabel.53. Hasil identifikasi variabel komponen pertanian, peternakan dan pengolahan limbah.model

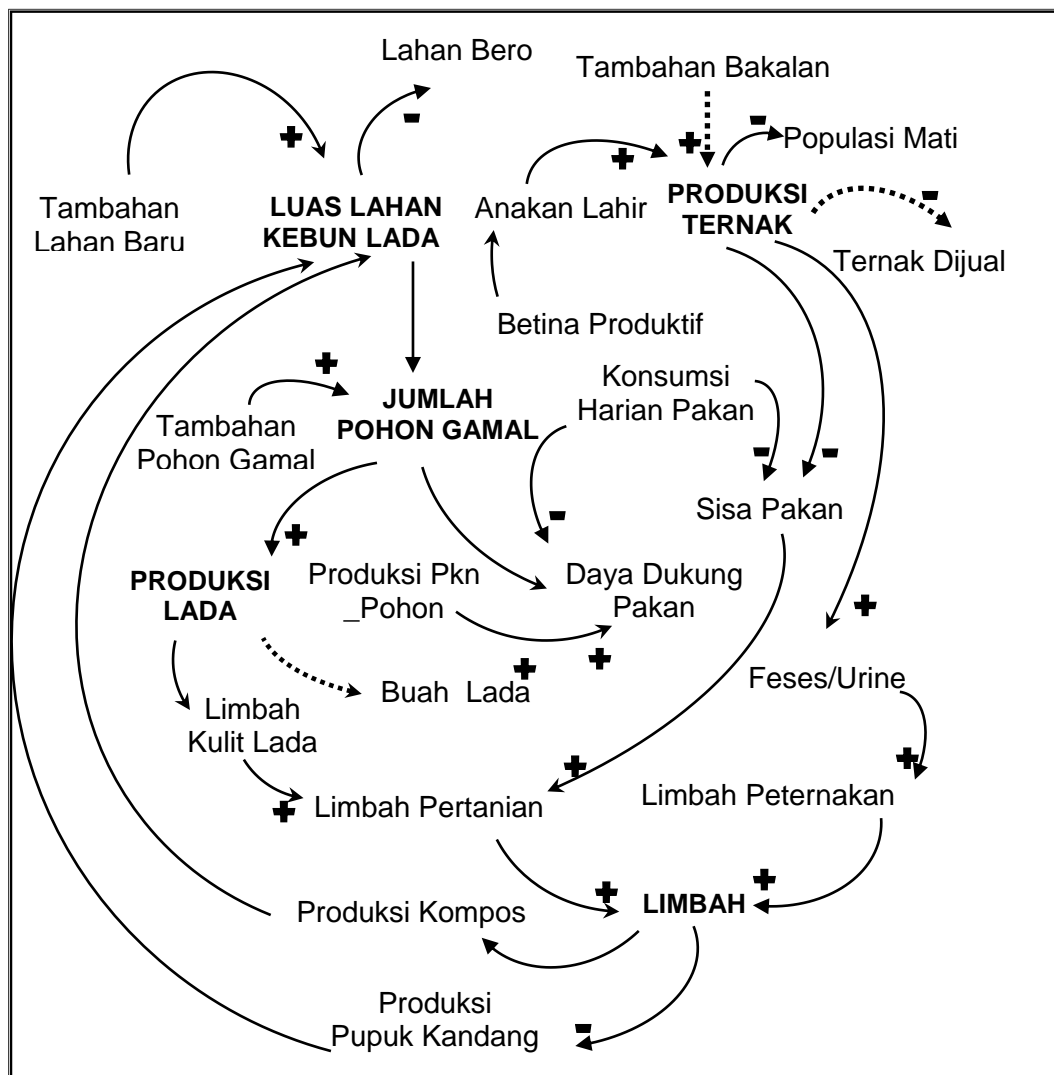
No.	Komponen	Variabel
1.	Pertanian	Luas lahan kebun lada
		Luas lahan sisa (potensi lahan)
		Tambah lahan baru
		Laju pembukaan lahan baru (5,6,7%)
		Lahan bero (0,003)
		Fraksi lahan diberokan
		Kebutuhan lahan gamal per pohon (0,00625)
		Fraksi luas lahan untuk ternak (0,0625)
		Jumlah pohon gamal (1500 pohon/ Ha)
		Tambahan pohon gamal
		Produksi pakan per pohon
		Pohon gamal berubah umur
		Produksi lada (0,86-2,03 : 1,43 gr)
		Biomassa panen lada
		Produksi per pohon
2.	Peternakan	Anakan lahir (rata rata 2ekor/kelahiran)
		Jumlah betina produktif
		Rasio jantan betina (9;1)
		Tambahan bakalan pejantan indukan
		Jumlah bakalan dimasukkan
		Ternak dijual
		Populasi ternak mati
		Koofisien mati alami (0,0039)
		Jumlah anak per kelahiran
		Konsumsi harian pakan (1,2 -7,5 kg/ekor/hr)
		Produksi feses
3.	Pengelolaan Limbah	Limbah pertanian
		Sisa pakan daun gamal
		Fraksi Limbah Kulit Lada (0,22%)
		Limbah peternakan
		Limbah feses
		Limbah pertanian dikomposkan
		Fraksi limbah diolah
		Produksi kompos
		Fraksi kering kompos (0,45)
		Bahan pupuk kandang
		Produksi pupuk kandang
		Fraksi kering pupuk kandang (0,45)

Tabel.54. Hasil identifikasi variabel komponen pendapatan model integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste.

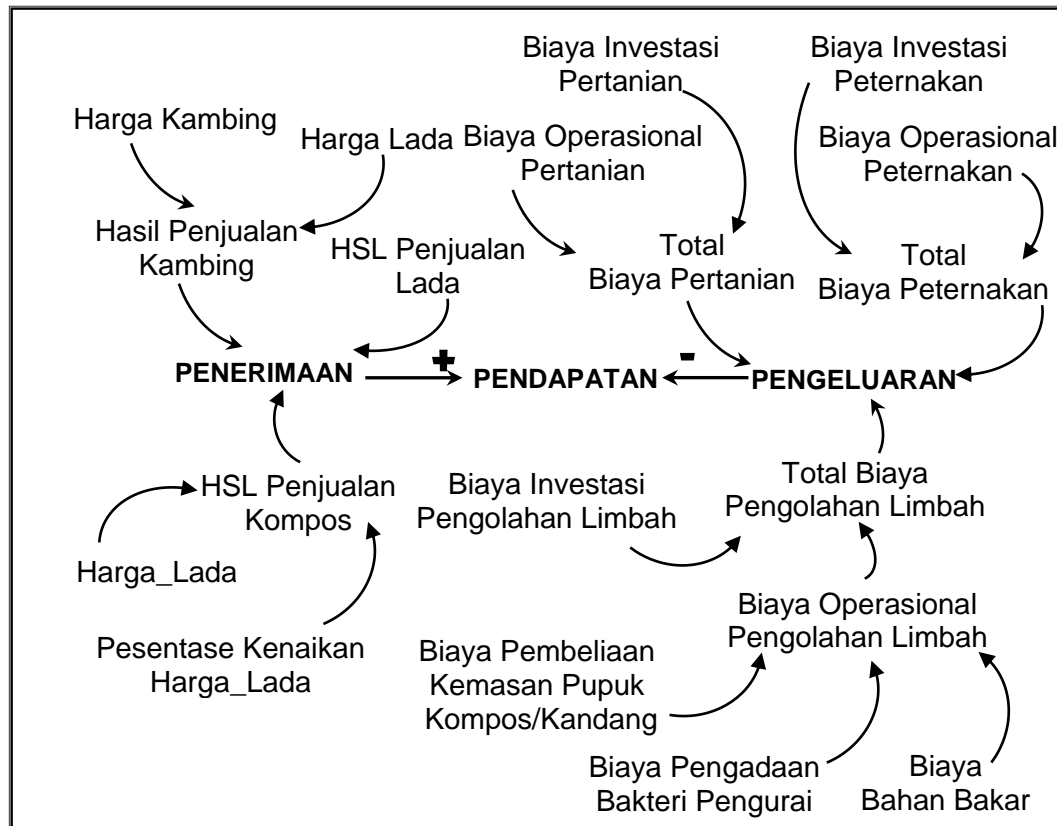
No.	Komponen	Variabel
1.	Pendapatan	Penerimaan
		Hasil penjualan lada
		Harga lada (75.000)
		Persen kenaikan harga lada (5%)
		Harga lada T_0
		Hasil penjualan ternak
		Harga kambing (1.200.000)
		Jumlah ternak dijual
		Harga kambing T_0
		Persentase kenaikan harga kambing (5%)
		Hasil penjualan kompos
		Harga kompos (750)
		Jumlah kompos yang dijual
		Pengeluaran
		Total biaya pertanian
		Biaya investasi pertanian
		Biaya operasional pertanian
		Biaya pembelian pupuk kimia NPK
		Biaya per item T_0
		Total biaya peternakan
		Biaya investasi peternakan
		Biaya operasional peternakan
		Biaya vaksin
		Biaya pemeliharaan kandang
		Biaya pemeliharaan kandang
		Total biaya pengolahan limbah
		Biaya investasi pengolahan limbah
		Biaya operasional pengolahan limbah
		Biaya pembelian kemasan pupuk (1700)
		Biaya bahan bakar mesin pencacah (6500)
		Biaya pembelian bakteri pengurai (25.000)

Dalam penyusunan model sistem dinamis, sistem umpan balik merupakan suatu hal yang sangat penting. Masalah dinamik berkaitan dengan jumlah (kuantitas) yang selalu bervariasi antar waktu dimana variasi tersebut dapat dijelaskan dalam hubungan sebab akibat yang

terjadi dalam sistem tertutup yang mengandung lingkaran umpan balik (*feedback loop*). Untuk mempermudah melihat hubungan antar variable dalam pemodelan integrasi lada, gamal dan ternak kambing secara sederhana dibuat diagram sebab akibat pada gambar 25 dan hubungan antar variabel dalam sub model ekonomi dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 25 Diagram causal loop sub model pertanian, peternakan dan pengolahan limbah integrasi lada gamal dan ternak kambing sistem zero waste di Kabupaten Enrekang



Gambar 26 Diagram causal loop sub model pendapatan usaha integrasi limbah gamal dan limbah ternak kambing sistem zero waste di Kabupaten Enrekang.

Pembuatan model dinamik pertanian zero waste melalui integrasi lada, gamal dan ternak kambing meliputi kajian penyusunan konsep model, desain dan struktur model, keterbatasan dan asumsi, skenario dan simulasi serta penyajian hasil simulasi model .

Konsep model

Konsep model dinamik integrasi lada, gamal ternak kambing sistem zero waste dibuat berdasarkan teori dan konsep yang terpadu antara pengelolaan sistem pertanian, sistem peternakan, sistem pengolahan limbah dan sistem ekonomi. Konsep dasar yang melandasi sistem dinamik integrasi lada, gamal

dan ternak kambing dalam pemodelan ini adalah pemanfaatan lahan potensial yang sesuai untuk pengembangan perkebunan lada di seluruh kecamatan yang ada di Kabupaten enrekang yaitu Kecamatan Maiwa, Kecamatan Bungin, Kecamatan Enrekang, Kecamatan Cendana, Kecamatan Baraka, Kecamatan Buntu Batu, Kecamatan Anggeraja, Kecamatan Malua, Kecamatan Alla, Kecamatan Curio, Kecamatan Masalle dan Kecamatan Baroko.

Dalam sistem pertanian lada, kebutuhan lahan disesuaikan dengan kapasitas satu satuan unit luas lahan (kebun) yang digunakan sebagai area penanaman pohon lada dimana setiap pohonnya membutuhkan pohon rambatan dari gamal. Dengan demikian banyaknya pohon lada sesuai dengan jumlah pohon gamal. Secara konseptual pohon gamal yang menjadi rambatan lada mengalami pertumbuhan dan dinamika dalam memproduksi hijauan berupa daun, kulit pohon dan ranting yang dapat di manfaatkan untuk mendukung kebutuhan pakan hewan ternak kambing.

Konsep pengembangan pertanian lada dan pohon rambatan gamal dapat dimanfaatkan untuk pengembangan peternakan khususnya kambing. Tanaman lada membutuhkan pemangkasan tanaman pelindung dan pohon rambatan gamal secara periodik karena dapat mengganggu pertumbuhan lada maka memanfaatkan produksi hijauan gamal untuk pengembangan ternak dikembangkan untuk membuat sistem peternakan yang terintegrasi dalam setiap satu satuan luas unit perkebunan lada.

Berdasarkan konsep ini dengan menyisihkan lahan kebun lada untuk membangun kandang ternak jauh lebih menguntungkan. Adanya populasi ternak kambing memungkinkan untuk memanfaatkan limbah gamal hasil pemangkasan sehingga daun gamal yang tidak dimanfaatkan sebelum adanya ternak menjadi berdaya guna dan mengurangi limbah dalam sistem pertanian.

Pertanian lada sebagai komoditi yang membutuhkan hara yang besar secara teoritis tidak mungkin berkelanjutan apabila tidak diinduksi dengan hara dari luar. Melalui pemikiran bahwa daun gamal dan kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk memproduksi kompos dan pupuk kandang. Produksi kompos dan pupuk kandang ini memerlukan pengolahan sehingga untuk mendukung ketersediaan hara maka dibuat pengolahan limbah yang menghasilkan kompos dan pupuk kandang. Konsep daur ulang hara dari hasil pengolahan limbah dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia karena kandungan hara pupuk kandang dan kompos dapat mensubstitusi kebutuhan hara tanaman lada, gamal dari pupuk kimia. Pengolahan limbah tidak hanya berfungsi dalam daur ulang hara diinternal sistem tetapi secara simultan berfungsi ganda dalam upaya pengembangan sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste yang sekarang banyak digalakkan.

Model dinamik sistem integrasi lada, gamal dan kambing dikembangkan dengan pertimbangan manfaat ekologi untuk memperpanjang umur produktif lahan sekaligus diharapkan mampu meningkatkan nilai pendapatan ekonomi. Oleh karena itu dalam model dinamik ini dilengkapi

dengan analisis penerimaan dan pengeluaran dalam menentukan tingkat pendapatan usaha integrasi lada, gamal dan ternak kambing. Atas dasar pemikiran ini maka konsep model dibangun dengan harapan hasil simulasi dari pilihan skenario pengelolaan akan memperlihatkan hasil optimum dan sistem yang integrasi yang berkelanjutan.

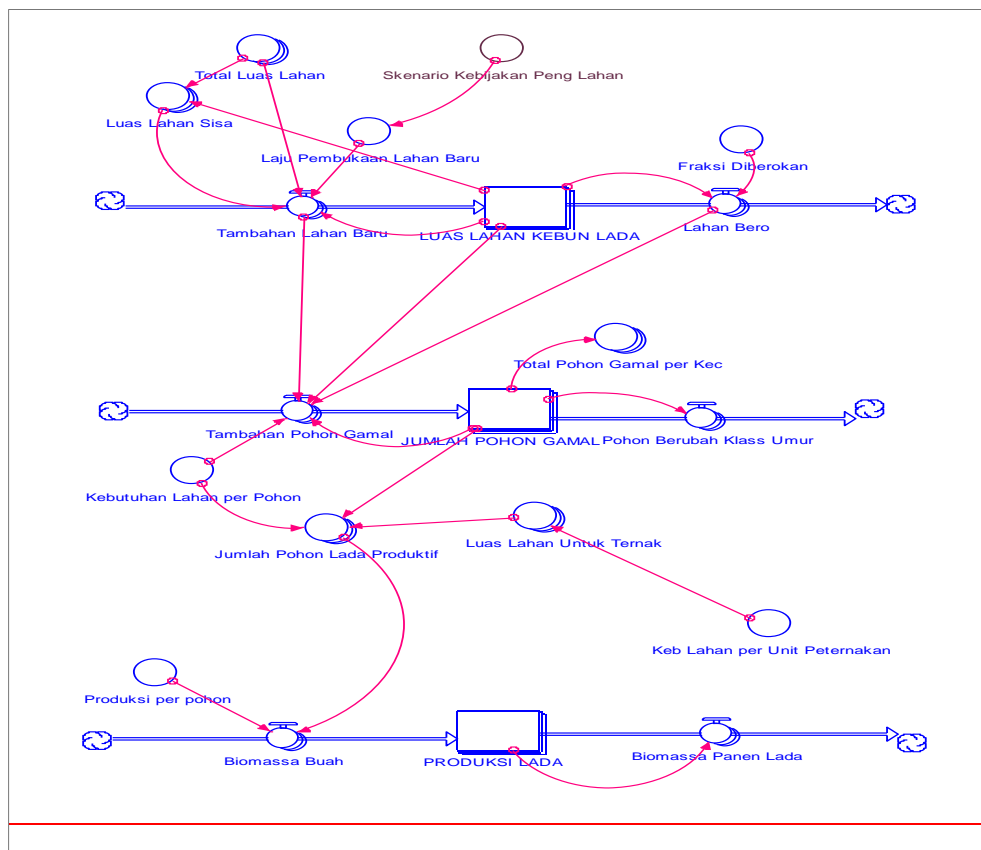
Desain dan struktur model

Pembuatan model dinamik (*dynamik model building*) ini dilakukan dengan menggunakan software *stella.9.0.1*. Desain dan struktur model terdiri dari empat sub model yaitu sub model pertanian, sub model peternakan, sub model pengelolaan limbah dan sub model ekonomi.

Sub model pertanian meliputi komponen lahan, pohon gamal dan produksi lada. Dalam sub model ini gambarkan faktor faktor yang mempengaruhi luas lahan kebun lada, jumlah pohon gamal dan produksi lada. Dinamika lahan dipengaruhi oleh komponen tambahan lahan baru untuk penanaman lada (*inflow*) dan dan proporsi lahan lada yang diberokan (*outflow*). Komponen luas lahan lada dipengaruhi oleh skenario pengembangan lahan. Penambahan lahan berimplikasi pada peningkatan jumlah pohon gamal sesuai dengan banyaknya pohon lada. Karena produktivitas daun gamal berdasarkan umur maka dalam sub model ini diperhitungkan perubahan tahunan kelas umur gamal.

Dinamika komponen produksi lada dihitung dalam sub model ini dipengaruhi oleh jumlah pohon lada produktif sementara biomassa panen merupakan hasil dari panen tahunan yang merupakan hasil (*out flow*) dari

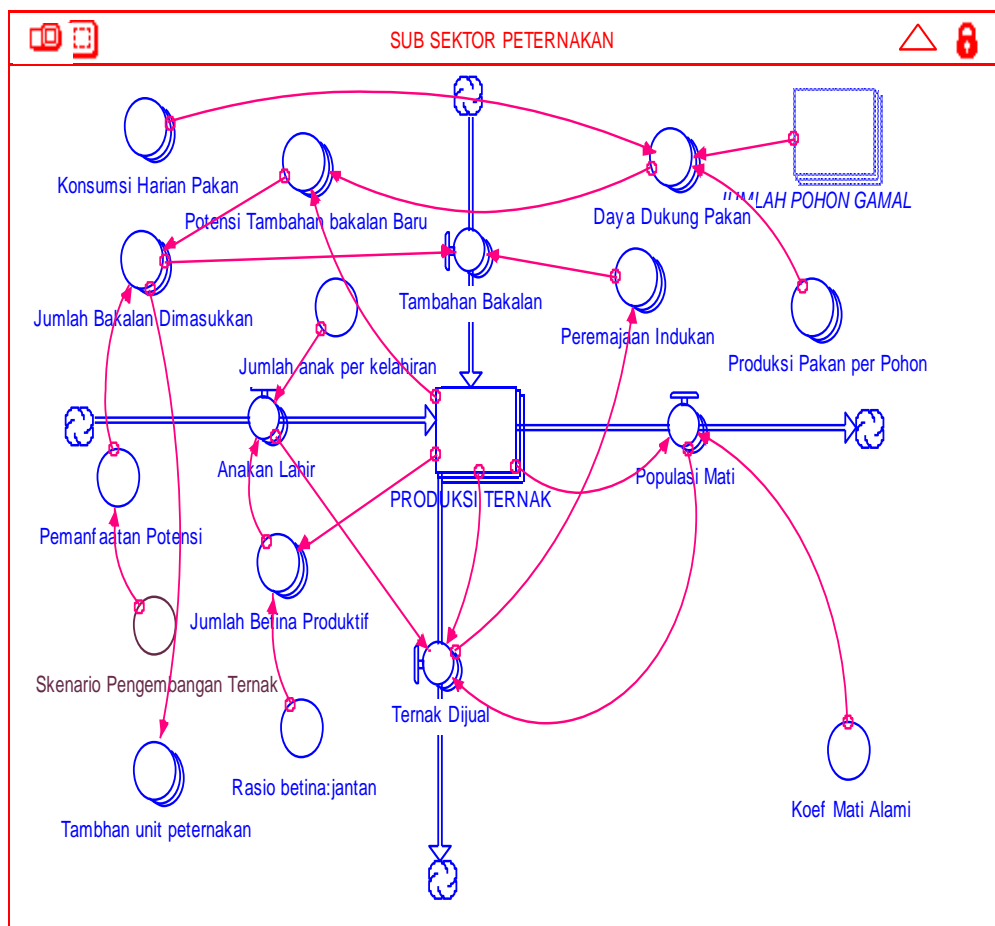
produksi lada. Semua *stocks* dan variabel lainnya ditumpuk berdasarkan kecamatan (12 kecamatan). Desain dan struktur sub model pertanian ditunjukkan dalam bentuk diagram seperti disajikan dalam gambar 27.



Gambar 27 Diagram sub model pertanian

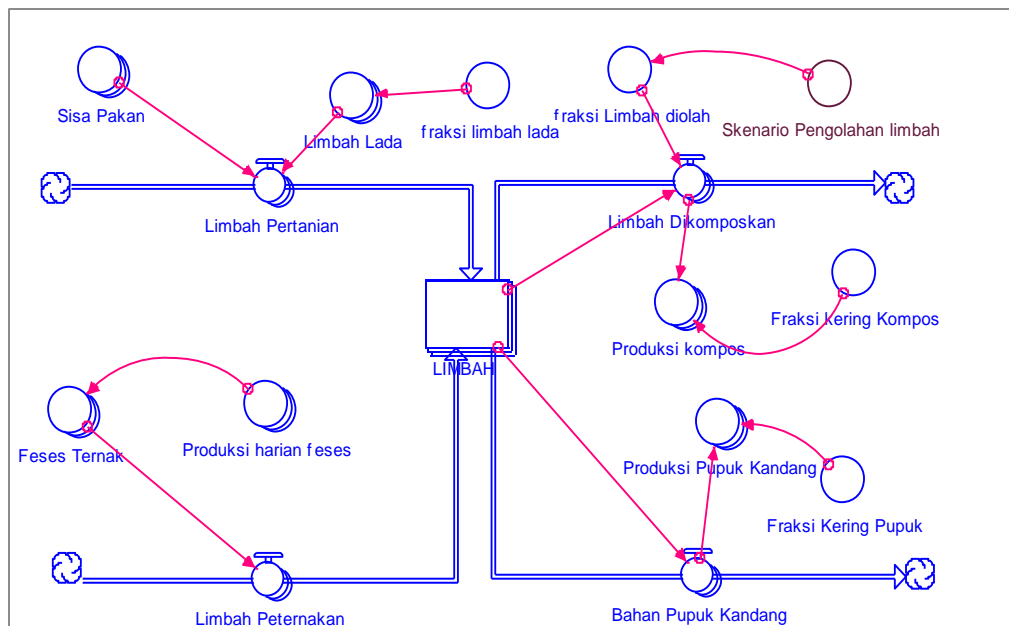
Sub model peternakan meliputi komponen produksi ternak yang ditumpuk (array) dalam dua kelas umur yaitu dewasa dan anakan berdasarkan kecamatan. Penambahan populasi kambing dewasa ditunjukkan dengan tambahan bakalan yang dihitung berdasarkan kapasitas daya dukung pakan dari sub model pertanian dan dipengaruhi oleh skenario pengembangan ternak. Penambahan anakan dihitung dari banyaknya betina produktif dan jumlah anak perkelahiran. Populasi induk maupun anakan

secara alamiah akan berkurang dari proporsi sesuai dengan jumlah populasi mati alami (*out flow*). Ternak dijual merupakan komponen yang mengurangi populasi anakan setelah berumur satu tahun dan ternak indukan dan pejantan di afkir setelah berumur 10 tahun. Populasi tambahan indukan untuk menggantikan indukan dan pejantan afkir dihitung setelah tahun ke sebelas dan tidak ada penggantian indukan yang mati alami. Desain dan struktur sub model peternakan ditunjukkan dalam bentuk diagram seperti disajikan dalam gambar 28 berikut ini.



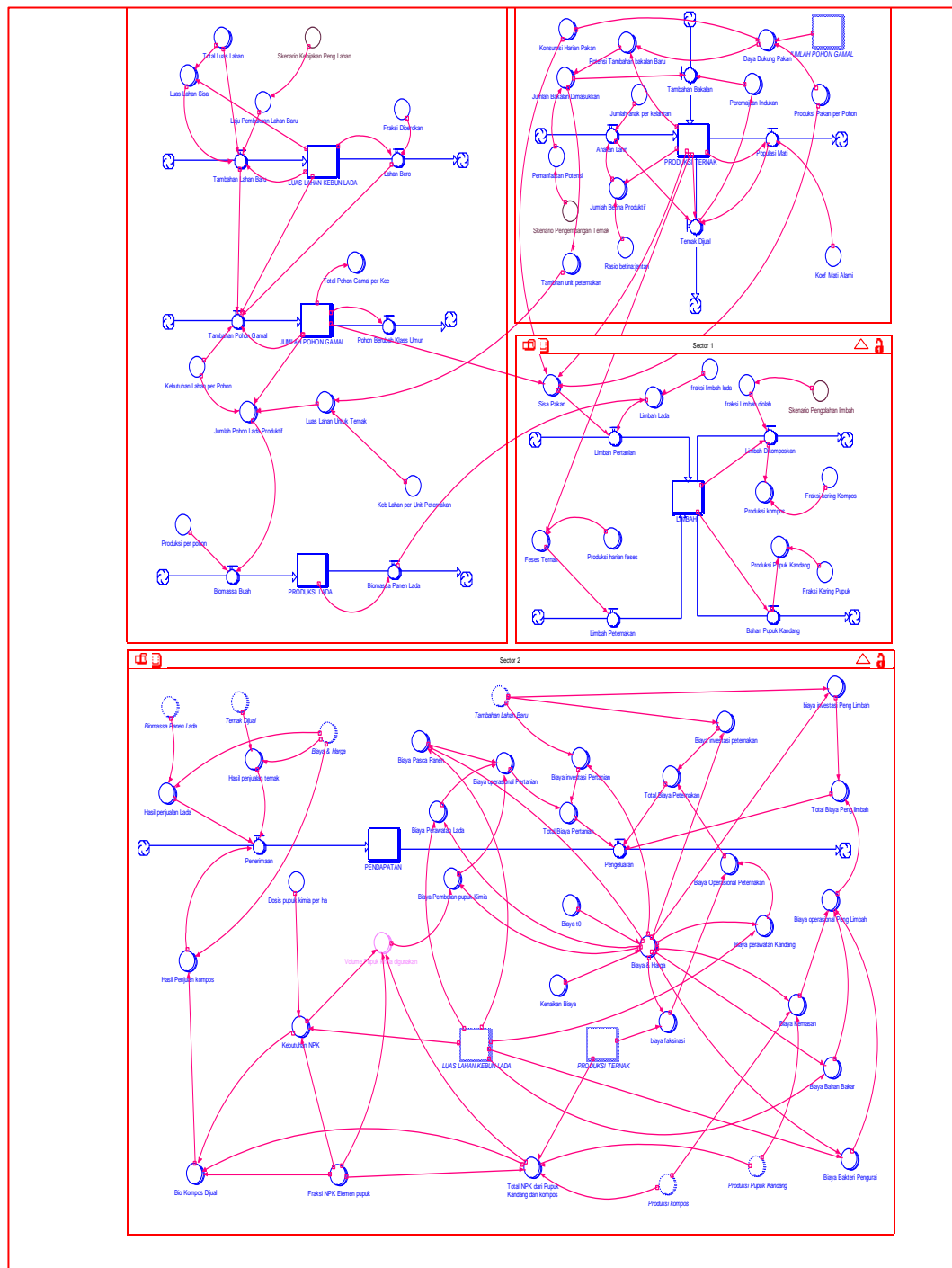
Gambar 28 : Diagram sub model peternakan

Sub model pengelolaan limbah mencakup limbah tanaman (sisa pakan dan lada) serta limbah ternak. Limbah tanaman dari hasil pemangkasan gamal dan pasca panen lada sebagai komponen limbah pertanian akan diolah menjadi kompos dan besarnya sangat ditentukan oleh skenario pengolahan limbah. Besarnya fraksi limbah tanaman yang diolah ditentukan berdasarkan skenario yang ditetapkan. Limbah peternakan dihitung dari kotoran ternak dan urine dan setelah diolah akan menghasilkan pupuk kandang dengan fraksi kering pupuk kandang sebesar 45%. Dalam sub model ini akan menjelaskan sisa pakan yang menjadi limbah adalah jumlah dari sisa produksi pakan hijauan daun gamal yang tersisa dari kebutuhan konsumsi pakan ternak dan akan mempengaruhi banyaknya produksi kompos yang dihasilkan. Desain dan struktur sub model pengelolaan limbah ditunjukkan dalam bentuk diagram seperti disajikan dalam gambar 29.



Gambar 29 Diagram sub model pengelolaan limbah

Sub model ekonomi mencakup analisis pendapatan yang dihitung dari komponen penerimaan dan komponen pengeluaran. Komponen penerimaan terdiri dari hasil penjualan anakan yang telah berumur satu tahun, indukan / pejantan diafkir dan penjualan kompos /pupuk kandang sedangkan hasil penjualan lada dihitung berdasarkan biomassa panen lada. Komponen pengeluaran terdiri dari biaya investasi dan biaya operasional pertanian, biaya investasi peternakan dan biaya operasional peternakan, biaya investasi pengolahan limbah dan biaya operasional pengolahan limbah. Biaya investasi dihitung pada setiap pembukaan lahan, pembuatan kandang, pengadaan bakalan induk/pejantan dan pengadaan mesin pencacah. Biaya operasional pertanian mencakup biaya pembelian pupuk, perawatan dan pasca panen. Besarnya nilai pembelian pupuk kimia ditentukan dari selisi antara kebutuhan hara per hektar lahan lada dengan total hara yang diperoleh dari pupuk kandang dan kompos. Biaya operasional peternakan meliputi biaya vaksinansi dan pemeliharaan kandang. Sedangkan biaya operasional pengolahan limbah terdiri dari biaya pengadaan kemasan, bakteri pengurai dan bahan bakar mesin pencacah. Semuah item pembiayaan dan harga barang dalam model ini dibuat dengan kenaikan secara proforsional 5,5% per tahun. Desain dan struktur sub model ekonomi ditunjukkan dalam bentuk diagram seperti disajikan dalam gambar 30



Gambar 31 Struktur lengkap diagram model sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing di Kabupaten Enrekang.

Ruang lingkup, batasan dan asumsi

Ruang lingkup model ini meliputi aspek pertanian lada, peternakan kambing, pengolahan limbah dan ekonomi sesuai lokasi di Kabupaten Enrekang dan disimulasikan sampai 15 tahun yang akan datang. Dalam penyusunan model ini terdapat beberapa faktor pembatas sehingga perlu dibuat asumsi yang logis dan sesuai dengan kondisi yang ada di Kabupaten Enrekang. Beberapa asumsi tersebut adalah sebagai berikut :

- Tidak terjadi konversi terhadap lahan sisa potensial untuk pengembangan lada secara besar besaran yang mempengaruhi potensi lahan sisa yang digunakan dalam model.
- Laju pertumbuhan dan produksi gamal dan lada berlaku untuk semua kecamatan sebagai mana hasil hitungan dari penelitian yang dilakukan pada pertanian lada, gamal yang ada di Enrekang saat ini.
- Tidak terjadi serangan hama dan penyakit di atas ambang batas toleransi baik pada tanaman lada, gamal maupun ternak kambing.
- Harga dan kenaikannya (inflasi) tidak mengalami lonjakan drastis.
- Tidak ada kebijakan yang membatasi lahan sisa untuk pengembangan kebun lada
- Tersedia tenaga kerja untuk mendukung integrasi lada, gamal dengan asumsi tersedianya angkatan kerja baru dan dari jumlah penduduk miskin di Kabupaten Enrekang.
- Tidak terjadi bencana alam yang berdampak besar pada kerusakan fisik lahan pertanian dan peternakan.

Skenario dan simulasi.

Berdasarkan tujuan penelitian maka ditetapkan beberapa skenario yang akan disimulasikan, yang ditetapkan dengan pertimbangan yang dihasilkan dari tahapan analisis SWOT terkait kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman sistem integrasi yaitu skenario pengembangan lahan, skenario pengembangan ternak dan skenario pengolahan limbah masing masing sebanyak tiga level.

Skenario pada pengembangan lahan adalah level 1 penambahan lahan sebesar 5% per tahun, level 2 penambahan lahan sebesar 6% per tahun dan level 3 penambahan lahan sebesar 7% per tahun. Penerapan skenario penambahan lahan ini diterapkan secara proporsional terhadap lahan sisa di setiap kecamatan.

Skenario pengembangan ternak dihitung proporsial terhadap daya dukung pakan terdiri dari level 1 penambahan ternak dengan pemanfaatan daya dukung pakan sebesar 25% per tahun, level 2 penambahan ternak dengan pemanfaatan daya dukung pakan sebesar 50% dan level 3 penambahan ternak dengan pemanfaatan daya dukung pakan sebesar dan 100%.

Skenario pengelolaan limbah terdiri dari 3 level yaitu level 1 skenario tanpa pengolahan limbah (0%), level 2 skenario pengolahan limbah sebesar 50% dan level 3 skenario pengolahan limbah sebesar 100%. Kombinasi ketiga skenario dan levelnya menghasilkan 27 kombinasi seperti yang terdapat pada tabel 55 berikut ini.

Tabel 55 kombinasi skenario yang disimulasikan dalam model

No	Pilihan Kombinasi Skenario		
1	Lahan 5%	Ternak 25%	Limbah 0%
2	Lahan 5%	Ternak 25%	Limbah 50%
3	Lahan 5%	Ternak 25%	Limbah 100%
4	Lahan 5%	Ternak 50%	Limbah 0%
5	Lahan 5%	Ternak 50%	Limbah 50%
6	Lahan 5%	Ternak 50%	Limbah 100%
7	Lahan 5%	Ternak 100%	Limbah 0%
8	Lahan 5%	Ternak 100%	Limbah 50%
9	Lahan 5%	Ternak 100%	Limbah 100%
10	Lahan50%	Ternak 25%	Limbah 0%
11	Lahan50%	Ternak 25%	Limbah 50%
12	Lahan50%	Ternak 25%	Limbah 100%
13	Lahan50%	Ternak 50%	Limbah 0%
14	Lahan50%	Ternak 50%	Limbah 50%
15	Lahan50%	Ternak 50%	Limbah 100%
16	Lahan50%	Ternak 100%	Limbah 0%
17	Lahan50%	Ternak 100%	Limbah 50%
18	Lahan50%	Ternak 100%	Limbah 100%
19	Lahan 100%	Ternak 0%	Limbah 0%
20	Lahan 100%	Ternak 0%	Limbah 50%
21	Lahan 100%	Ternak 0%	Limbah 100%
22	Lahan 100%	Ternak 50%	Limbah 0%
23	Lahan 100%	Ternak 50%	Limbah 50%
24	Lahan 100%	Ternak 50%	Limbah 100%
25	Lahan 100%	Ternak 100%	Limbah 0%
26	Lahan 100%	Ternak 100%	Limbah 50%
27	Lahan 100%	Ternak 100%	Limbah 100%

Keseluruhan kombinasi model akan disimulasikan dalam rentang waktu (*time range*) 15 tahun dengan interval (*time steep*) setiap bulan sehingga menghasilkan prediksi selama 180 bulan dimulai dari bulan Januari 2019. Mengingat banyaknya kombinasi skenario yang mungkin maka untuk efisiensi pembahasan maka penyajiannya dibatasi pada tiga pilihan kombinasi skenario yaitu skenario pesimis yang merepresentasikan kondisi eksisting dengan kombinasi skenario pengembangan lahan level 1, pengembangan ternak level 1 dan pengolahan limbah level satu. Kombinasi skenario kedua yaitu skenario moderat dengan pilihan kombinasi skenario pengembangan lahan level 2, pengembangan ternak level 2 dan pengolahan limbah level 2. Kombinasi skenario optimis dengan pilihan kombinasi skenario yaitu pengembangan lahan level 3, pengembangan ternak level 3 dan pengolahan limbah level 3.

Hasil simulasi model

1. Dinamika luas lahan pertanian.

Simulasi model dinamik dijalankan berdasarkan tujuan penelitian untuk melihat pengaruh skenario pengembangan lahan, pengembangan ternak dan pengolahan limbah terhadap sistem integrasi di 12 kecamatan di Kabupaten Enrekang. Untuk kepentingan efektivitas dalam pembahasan dan interpretasi model maka dipilih tiga skenario yang dianggap mewakili kondisi pesimis, moderat dan optimis. Skenario pesimis yang dimaksud dalam simulasi ini kombinasi skenario pengembangan lahan 5%-pengembangan ternak 25%-tanpa pengolahan

limbah (selanjutnya disebut skenario 1). Skenario moderat yang dimaksud dalam simulasi ini kombinasi skenario pengembangan lahan 6%-pengembangan ternak 50%- pengolahan limbah 50% (selanjutnya disebut skenario 2). Skenario optimis yang dimaksud dalam simulasi ini kombinasi skenario pengembangan lahan 7%-pengembangan ternak 100%- pengolahan limbah 100 (selanjutnya disebut skenario 3).

Model disimulasikan untuk memprediksi sampai 15 tahun dengan waktu awal simulasi dimulai pada bulan Januari 2019 sampai Desember 2034 dengan interval (*time step*) bulanan. Waktu awal kondisi yang dimodelkan menunjukkan kondisi riil etiap kecamatan dengan nilai awal beberapa komponen penting seperti luas lahan, potensi lahan sisa, jumlah pohon gamal, jumlah pohon lada dan jumlah ternak ditunjukkan dalam tabel 56

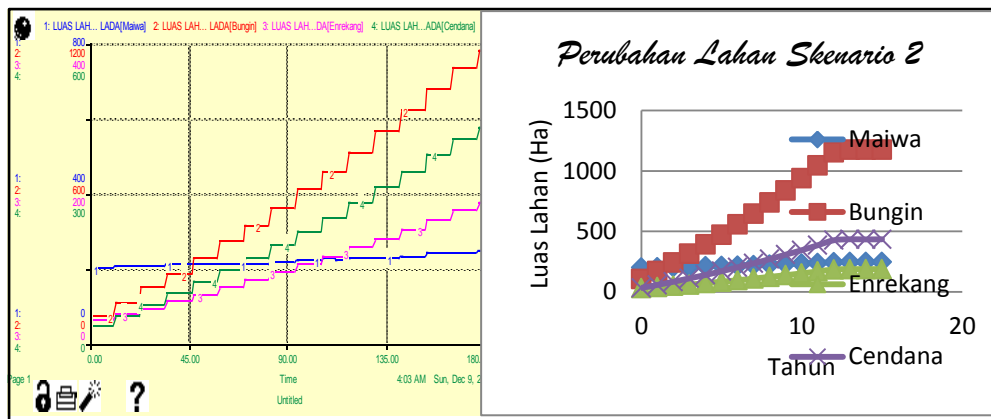
Tabel 56. Nilai awal beberapa komponen penting waktu t(0) di setiap kecamatan di kabupaten enrekang.

No	Kecamatan	Luas Lahan	Nilai Awal Komponen Variabel			
			Potensi Lahan Sisa	Jumlah Pohon Gamal	Jumlah Pohon Lada	Jumlah ternak
1.	Maiwa	201	46	73.600	73.600	629
2.	Bungin	106	1.174	1.878.400	1.878.400	2040
3.	Enrekang	30	159	254.400	254.400	1491
4.	Cendana	33	406	649.600	649.600	546
5.	Baraka	561	426	681.600	681.600	2522
6.	Bt. Batu	422	156	249.600	249.600	2629
7.	Anggeraja	29	49	78.400	78.400	986
8.	Malua	505	1.360	217.600	217.600	2925
9.	Alla	1172	700	1.120.000	1.120.000	3406
10.	Curio	1736	1.256	2.009.600	2.009.600	5744
11.	Massale	18	65	104.000	104.000	414
12.	Baroko	3	40	64.000	64.000	69

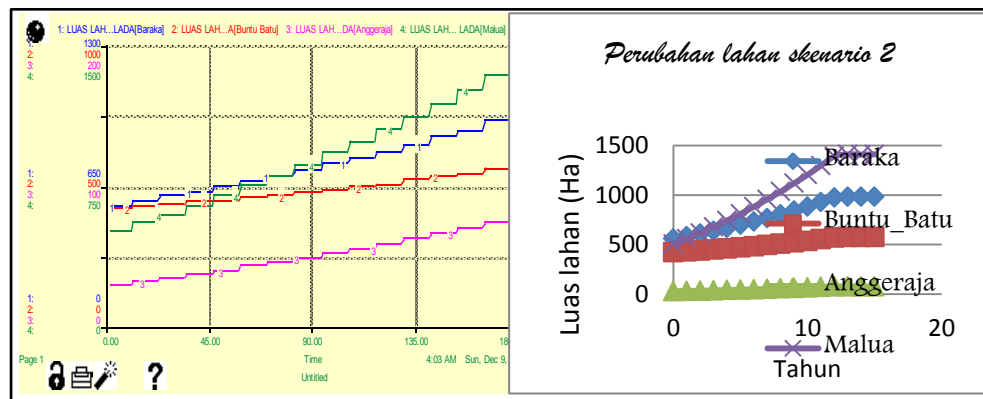
Data Primer setelah di olah dari berbagai sumber.

Mengacu pada tabel diatas terlihat adanya variasi kondisi awal antar kecamatan dengan karakter luas lahan awal maupun lahan sisa yang besar seperti kecamatan Curio dan Bungin dimana luas lahan awal relatif kecil namun memiliki lahan potensi yang cukup besar. Kondisi berbeda dengan beberapa kecamatan yang luas awal maupun potensi lahan sisa sedang seperti di Kecamatan Baraka dan Malua. Sementara ada daerah kecamatan yang antara luas lahan awal dengan potensi lahan sisa relatif kecil seperti di Anggeraja, Masalle dan Baroko.

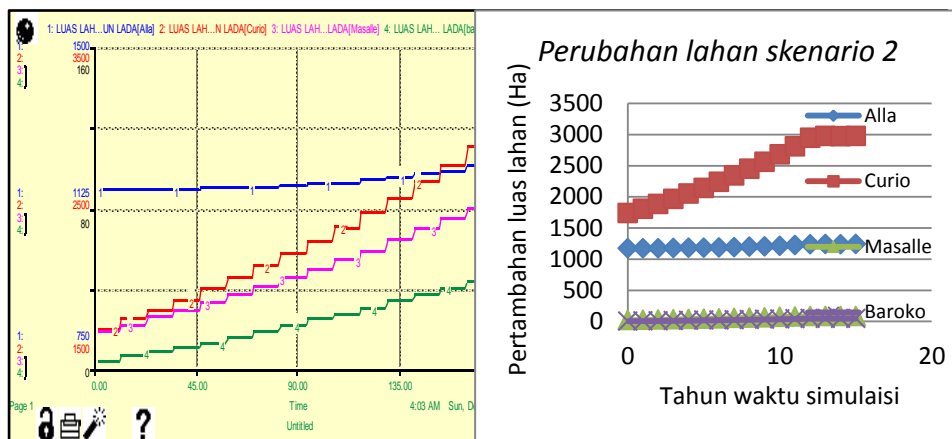
Hasil simulasi model menunjukkan bahwa dengan menjalankan skenario 2 dengan laju penambahan lahan sebesar 6 % per tahun, terlihat adanya peningkatan luas lahan dengan pola pertambahan berjenjang setiap tahunnya. Besarnya peningkatan luas lahan setiap tahun memperlihatkan jumlah yang bervariasi antar kecamatan akibat perbedaan potensi lahan sisa yang dimiliki dan proporsinya terhadap total potensi lahan sisa diseluruh Kabupaten Enrekang. Laju penambahan luas yang tinggi ditunjukkan pada wilayah kecamatan yang potensi lahan sisanya besar seperti di Kecamatan Curio, Bungin, Malua, Cendana dan Enrekang sementara dikecamatan lain yang potensi lahan sisanya sangat kecil seperti di Kecamatan Baroko, Anggeraja, Alla dan Masalle cenderung memperlihatkan pertambahan yang sangat kecil. Dinamika perubahan luas lahan pada setiap kecamatan di sajikan dalam gambar 32, 33 dan 34 berikut ini..



Gambar 32 Dinamika luas lahan kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana hasil simulasi skenario moderat (pertambahan 6% per tahun).



Gambar 33 Dinamika luas lahan kecamatan Baraka, Bt Batu, Anggeraja dan Malua hasil simulasi skenario moderat (pertambahan 6% per tahun).



Gambar 34 Dinamika luas lahan kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko hasil simulasi skenario moderat (pertambahan 6% per tahun).

Pola perubahan grafik luas lahan yang ditunjukkan dalam gambar di atas lebih banyak dipengaruhi oleh aspek penambahan lahan baru yang di setting dalam tiga level pada skenario yang ditetapkan yaitu penambahan lahan sebesar 5%, 6% dan 7% setiap tahun. Profil grafik yang memperlihatkan pola periodik kenaikan berjenjang dengan periode datar menyerupai tangga disebabkan karena dalam model ini perhitungan tambahan pembukaan lahan baru disetting setiap sekali dalam setahun yaitu pada bulan September. Grafik vertikal menunjukkan pefrtambahan lahan (ha) sedangkan sumbu datar menunjukkan periode waktu simulasi yaitu 180 bulan. Tampilan grafik yang ditunjukkan dalam gambar di awal tahun ke tiga belas yang membentuk pola grafik yang mendatar sampai akhir tahun 15 menunjukkan bahwa pada fase tersebut potensi lahan sisa mendekati jenuh sehingga tidak memungkinkan lagi adanya penambahan luasan lahan yang signifikan. Fase jenuh ini dapat bergeser lebih awal jika skenario 3 (pertambahan lahan pertahun sebesar 6%) dijalankan dan sebaliknya dapat mundur lebih lambat jika sekanrio 1 (pertambahan lahan sebesar 5% pertahun yang dijalankan).

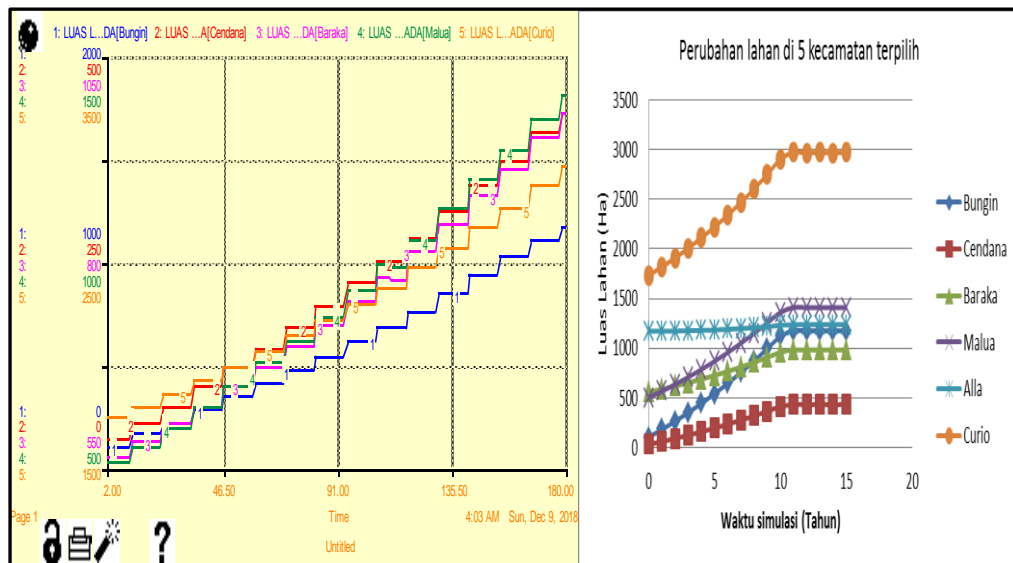
Perubahan luas lahan dan variasinya antar kecamatan lebih didominasi oleh faktor potensi luar lahan sisa karena model ini dibangun dengan memperhitungkan alokasi penambahan lahan disetiap kecamatan didistribusi berdasarkan persentase luas lahan sisa yang dimiliki terhadap total lahan sisa yang ada di Kabupatebn Enrekang akibatnya adalah kecamatan yang lahan sisanya kecil meskipun memiliki total laus lahan

besar akan mengalami penambahan lahan yang sedikit jika dibandingkan dengan kecamatan yang luas lahannya kecil tapi potensi lahan sisa besar sehingga tambahan lahan di kecamatan tersebut cenderung lebih besar. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa maksimal tambahan lahan dapat mencapai 145,81 ha di Kecamatan Curio pada tahun ke 12 karena potensi lahan sisanya besar sebaliknya nilai tambahan lahan terendah sebesar 0,13 ha di Kecamatan Baroko pada tahun ke 14 karena pada periode tersebut kecamatan dengan luas lahan sisa kecil sudah hampir jenuh. Besarnya nilai tambahan lahan pertahun di setiap kecamatan menurut hasil simulasi model pada 3 skenario disajikan dalam lampiran 1.

Kontribusi pengurangan (outflow) lahan yang diberokan dalam mempengaruhi pola perubahan luas lahan sangat kecil. Hal ini disebabkan karena model ini menghitung secara proporsional setiap bulannya dibuat secara acak dengan kisaran antara 3%-5% per tahun. Dengan perhitungan fraksi yang proporsional disetiap wilayah kecamatan maka efek yg ditimbulkan dari pengurangan lahan akibat lahan yang diberokan cenderung sangat kecil dan secara acak dari waktu ke waktu sehingga yg lebih dominan adalah pengaruh penambahan dari pembukaan lahan baru.

Hasil simulasi yang ditunjukkan dalam gambar di atas memperlihatkan pola yg berbeda dengan kecamatan lainnya yaitu kecamatan Maiwa, Buntu Batu dan Alla disebabkan karena wilayah tersebut persentase lahan sisanya terhadap lahan yang sudah dimanfaatkan memang sangat rendah dengan nilai masing masing sebesar 22,89%, 36,97% dan 5,97 %.

Perbedaan pengaruh 3 skenario terhadap perubahan luas lahan terlihat secara jelas terhadap waktu tercapainya fase jenuh. Hasil simulasi pada skenario 1 menunjukkan bahwa sampai akhir waktu simulasi yaitu bulan ke 180 (Tahun ke 15) trend peningkatan luas lahan masih terus berlanjut. Hal ini mengindikasikan bahwa luas lahan sisa masih memungkinkan melakukan penambahan lahan baru sebesar 5% dari tahun sebelumnya. Pada skenario 2 terlihat bahwa pada waktu awal tahun ke 13 grafik luas lahan memperlihatkan pola mendatar hingga akhir tahun simulasi (15) yang berarti bahwa fase jenuh pada skenario ini tercapai setelah 12 tahun dengan penambahan luas lahan sebesar 6% per tahun. Percepatan waktu pencapaian fase jenuh terlihat lebih cepat pada skenario tiga dimana pola perubahan grafik yg mendatar sudah terlihat pada awal tahun ke 11. Dari hasil ini memberikan gambaran jika dibandingkan dengan skenario 2 dengan laju pertambahan lahan sebesar 6% pertahun maka fase jenuh 2 tahun lebih awal tercapai dengan laju penambahan sebesar 7% per tahun. Perubahan luas lahan untuk melihat pengaruh dan perbandingan antar 3 skenario untuk 5 kecamatan yang dipilih yaitu Bungin, Cendana, Baraka, Malua dan Curio ditunjukkan dalam gambar 35.



Gambar 35 Perubahan luas lahan di 5 kecamatan terpilih hasil simulasi (pertambahan lahan 6% per tahun)

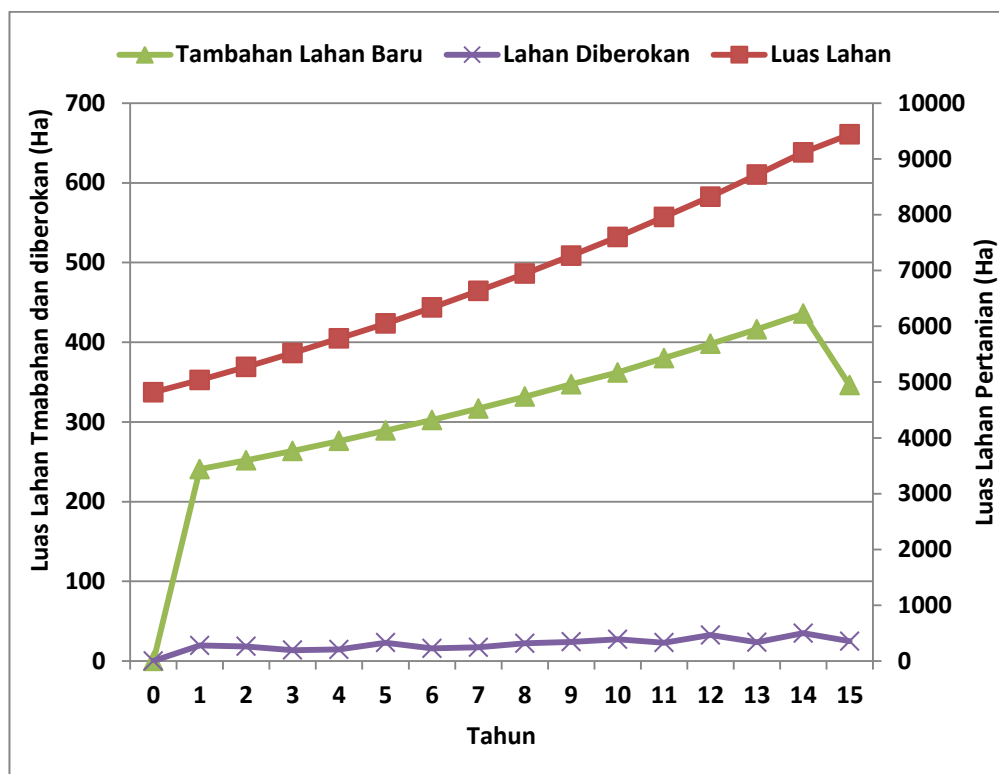
Perbedaan laju pertambahan lahan baru pertahunnya berimplikasi pada aspek lain selain percepatan pembukaan lahan sisa. Dalam model sistem integrasi ini laju penambahan lahan baru tidak hanya sekedar mempengaruhi luasnya lahan pertanian yang diperuntukkan bagi pengembangan lada tetapi pengaruh besar yang lebih berarti akan berdampak pada perubahan produksi gamal. Hal ini disebabkan karena dengan laju pembukaan lahan yang lebih besar menyebabkan pertambahan umur gamal dengan komposisi umur yang lebih tua di akhir waktu simulasi jika dibandingkan dengan luas lahan yg sama dengan laju pembukaan yg lebih lambat. Komposisi umur gamal yang lebih tua mempengaruhi daya dukung ketersediaan pakan untuk ternak karena potensi produksi biomassa hijauannya lebih tinggi. Hasil penelitian ini memperlihatkan adanya perbedaan antara produksi biomassa hijauan

gamal per pohon berdasarkan umur. Seperti yang ditunjukkan dalam lampiran 2. Hal ini diperkuat dengan pendapat Ella dkk (1991) yang menyatakan bahwa peningkatan umur tanaman diikuti dengan peningkatan pada produksi biomassa hijau pakan. Menurut Djuned (2005) menjelaskan pada umur tanam yang tua akan terjadi penebalan dinding sel yang mengakibatkan kandungan bahan kering meningkat. Semakin tinggi umur tanaman maka komponen dinding sel suatu hijauan akan semakin tinggi. Namun berbanding terbalik dengan umur waktu pemangkasan.

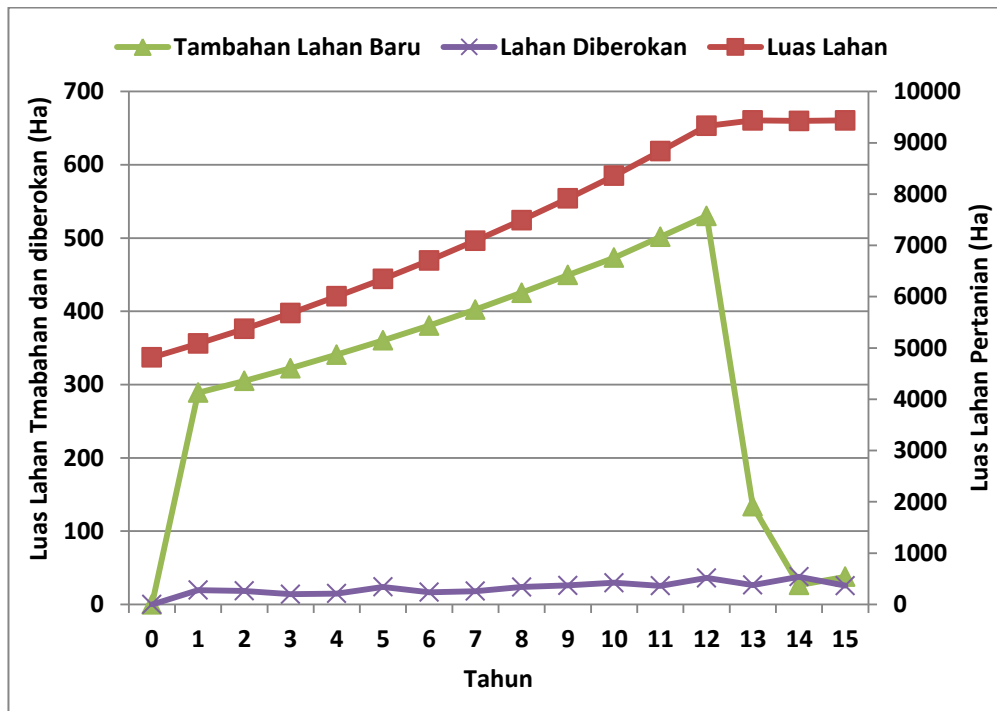
Pengaruh laju penambahan lahan dalam model sistem integrasi adalah dengan luasan yang sama pada akhir tahun simulasi memberikan dampak yg sangat berbeda terhadap daya dukung terhadap pengembangan peternakan dan pengolahan limbah. Jika dilihat dari sudut pandang sistem pertanian saja maka aspek umur gamal tidak berpengaruh pada hasil produksi lada tapi berpengaruh nyata pada daya dukung lahan pada pengembangan peternakan.

Secara makro apabila model sistem pertanian terpadu ini dilihat dalam skala kabupaten maka luas lahan awal lahan pertanian lada saat ini sebesar 4.816 ha. Peluang pengembangannya sangat memungkinkan untuk mencapai luas lahan hampir dua kali lipat luas lahan saat ini. Potensi lahan sisa sebesar 4.648 ha hampir seimbang dengan luas lahan yang sudah ada yaitu 96,51%. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa dengan laju penambahan lahan sebesar 5% per tahun cenderung

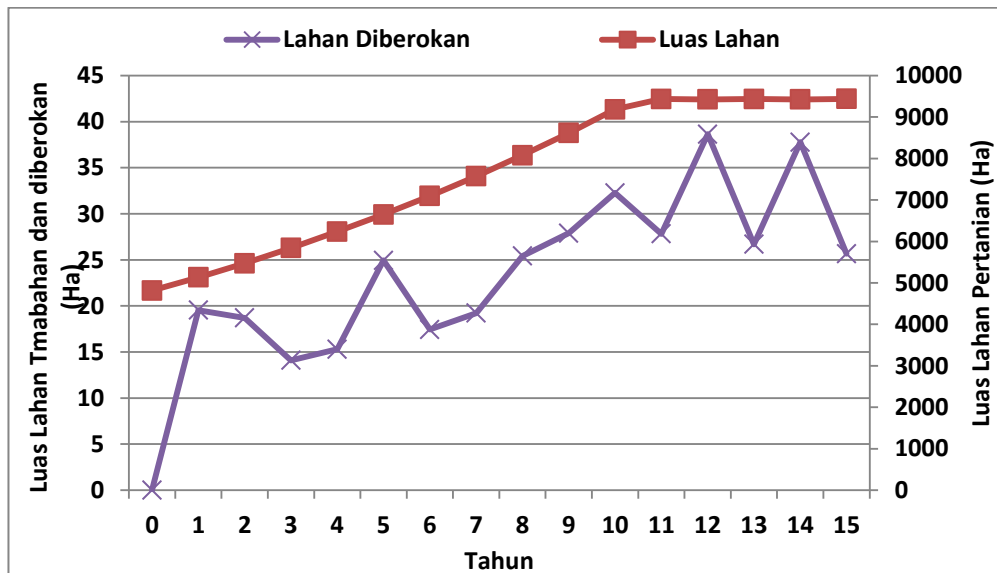
meningkat secara linier sehingga mencapai 9.438 ha pada tahun ke 15. Dan nilai yang hampir sama telah dicapai pada tahun ke 13 pada skenario 2 dengan penambahan lahan sebesar 6% per tahun, Pencapaian luasan yang sama 9.438 ha tercapai pada tahun ke 11 di skenario 3. Variasi tahunan perubahan luas lahan pertanian dari tahun ke 11 hingga tahun ke 15 pada skenario 3 dikendalikan oleh kombinasi antar besarnya tambahan lahan dengan fraksi lahan yang diberokan setiap tahunnya. Hasil lengkap perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada 3 skenario yang disajikan dalam gambar 36, 37 dan 38 berikut ini.



Gambar 36 perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada skenario 1.



Gambar 37 perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada skenario 2.



Gambar 38 perubahan luas lahan pertanian di setiap kecamatan dan total kabupaten pada skenario 3.

2. Jumlah Pohon Gamal

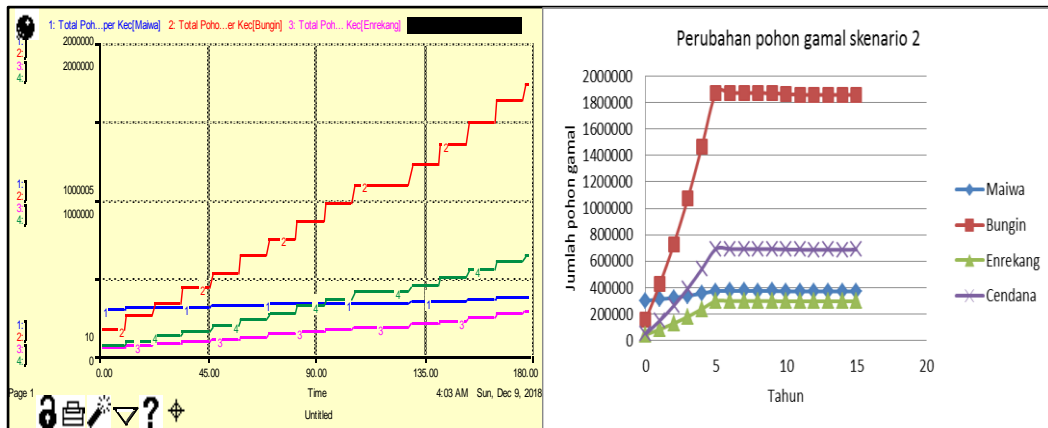
Hasil simulasi model untuk perubahan jumlah pohon gamal mengacu pada perubahan jumlah pohon yang dihasilkan dari perubahan lahan sehingga banyaknya pohon gamal merupakan fungsi dari variabel tambahan lahan dan lahan diberokan yang mempengaruhi luas lahan. Kapasitas daya tampung per hektar lahan adalah 1500 pohon. Selain pengaruh perubahan luas lahan, dalam model ini dihitung komposisi berdasarkan umur terutama untuk kepentingan terhadap daya dukung pakan terhadap peternakan dan produksi limbah sebagai bahan kompos dalam pengelolaan limbah. Asumsi yang mendasari model ini adalah bahwa setiap kecamatan memiliki komposisi umur yang seimbang antara umur 1 sampai 10 tahun dengan proporsi masing-masing 10%. Komponen pengurangan jumlah pohon gamal dinyatakan dalam fraksi pohon gamal yang berpindah umur yang dihitung per tahun sesuai dengan waktu pembukaan lahan baru.

Perbedaannya dengan perubahan lahan, dalam perhitungan jumlah pohon gamal pengurangan lahan untuk ditanami gamal sedikit berkurang dengan adanya pemanfaatan sebagian lahan pertanian untuk peternakan. Fraksi lahan untuk peternakan dalam menghitung luas lahan pertanian diabaikan karena dianggap lahan peternakan terintegrasi dengan lahan pertanian.

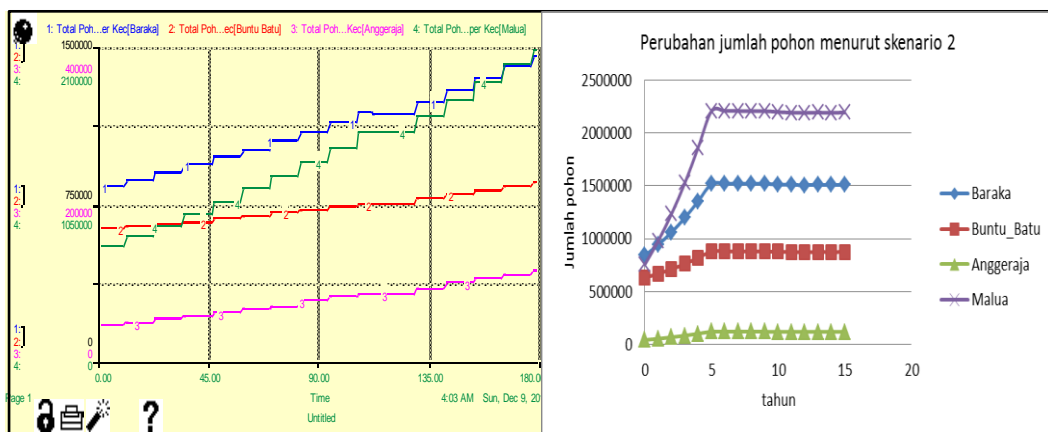
Hasil simulasi model memperlihatkan bahwa terdapat kecenderungan pola perubahan jumlah pohon gamal terutama pohon gamal yang baru di tanam mengikuti pola perubahan tambahan lahan setiap tahun di setiap kecamatan. Jumlah total pohon gamal tanpa membedakan kelas umur menurut hasil simulasi skenario 1 terlihat bahwa jumlah total pohon gamal mengikuti perubahan luas lahan seperti yang ditunjukkan dalam grafik sebelumnya. Trend penambahan jumlah pohon cenderung memperlihatkan pola peningkatan yg terus berlanjut hingga akhir waktu simulasi di tahun ke 15. Hasil simulasi pada skenario 2 menunjukkan total jumlah pohon gamal tidak banyak mengalami peningkatan setelah tahun ke 13. Dengan hasil simulasi skenario 3 penambahan jumlah pohon gamal yang signifikan mulai berhenti setelah tahun ke 11 .

Hal ini disebabkan karena banyaknya pohon gamal mengikuti luas lahan yang ditanami. Perubahan karena perpindahan kelas umur (out flow) yang ditunjukkan dalam diagram model pada prinsipnya tidak mempengaruhi jumlah pohon gamal di satu wilayah tetapi hanya mempengaruhi komposisi umur gamal.

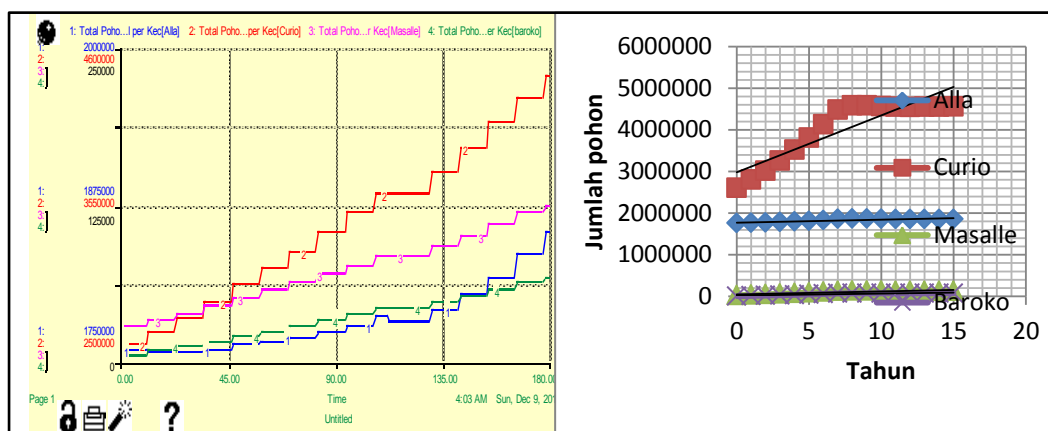
Perubahan jumlah pohon gamal hasil simulasi model pada skenario moderat dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 39 Perubahan jumlah pohon di Kecamatan Maiwa, Bungin Enrekang dan Cendana hasil simulasi skenario moderat.



Gambar 40 Perubahan jumlah pohon gamal di Baraka, Malua, Buntu Batu dan Anggeraja hasil simulasi skenario moderat.



Gambar 41 Perubahan jumlah pohon gamal di Alla, Curio, Masalle dan Baroko berdasarkan hasil simulasi skenario moderat.

Berdasarkan gambar di atas sangat jelas terlihat adanya kemiripan dengan profil grafik perubahan lahan pertanian. Wilayah kecamatan yang potensi lahan sisanya besar seperti Bungin dan Curio cenderung mengikuti laju pertumbuhan pohon gamal yg lebih besar dibanding wilayah yang potensi lahannya kecil seperti Baroko, Masalle dan Anggeraja. Perubahan bulanan jumlah pohon gamal disetiap kecamatan pada tiga skenario yg disimulasikan disajikan dalam lamiran 4.

Banyaknya pohon gamal pada wilayah kecamatan yg memiliki potensi lokasi luas seperti Bungin, Cendana, Baraka, Malua dan Curio dapat mencapai total jumlah pohon 4.556.204 sebaliknya di wilayah kecamatan yang luas lahannya sempit seperti Baroko, Anggraja dan Masalle hanya mencapai 72.595 pohon (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5). Berkaitan dengan pola perubahan luas lahan pertanian maka perbandingan jumlah pohon gamal antara skenario 1, 2 dan 3 pada 5 kecamatan yang dipilih menunjukkan peran penting pola perubahan luas lahan dalam menentukan jumlah pohon gamal berdasarkan skenario yg di jalankan.

Perubahan jumlah pohon ini diikuti oleh perubahan komposisi umur gamal dengan pergeseran setiap tahun akan berpindah ke kelas umur diatasnya sehingga pada akhir simulasi model didapatkan fraksi jumlah pohon gamal yang berumur 25 tahun yang diperoleh dari fraksi umur 10 tahun di awal simulasi. Perubahan komposisi umur ini sangat ditentukan dari besarnya nilai tambahan luas lahan per tahun per kecamatan. Apabila

jumlah gamal dikompilasi secara keseluruhan dari 12 kecamatan maka didapatkan jumlah pohon dan struktur umur gamal yg menggambarkan jumlah total dan struktur umur gamal di Kabupaten Enrekang. Secara keseluruhan total jumlah pohon gamal sesuai hasil simulasi ke tiga skenario memprediksi jumlahnya mencapai 14.073.247 pohon pada skenario 1, 13.896.947 pohon pada skenario 2 dan 13.696.023 pohon pada skenario 3. Sebagaimana pengaruh skenario penambahan lahan maka kecepatan waktu tercapainya populasi maksimum pohon gamal cenderung memperlihatkan perbedaan antar ke tiga skenario. Hasil simulasi pada skenario 1 memperlihatkan bahwa jumlah pohon gamal cenderung naik hingga akhir waktu simulasi pada tahun ke 15, sementara pada skenario 2 dan 3 kecenderungan populasi maksimum nampak terlihat mulai konstan pada tahun ke 11 dan 13. Perubahan jumlah total pohon gamal di kabupaten enrekang menurut estimasi hasil simulasi model ditunjukkan dalam lampiran 2.

Dinamika jumlah pohon gamal dalam sub model pertanian ini berpengaruh secara langsung terhadap jumlah pohon lada karena banyaknya pohon lada sama dengan banyaknya pohon rambatan gamal. Pengaruh struktur ukuran gamal sangat kuat terhadap sub model peternakan karena menentukan daya dukung pakan dan pembukaan unit ternak baru dan jumlah bakalan yang dimasukkan. Pengaruhnya terhadap sub model pengolahan limbah ditentukan dari perbedaan

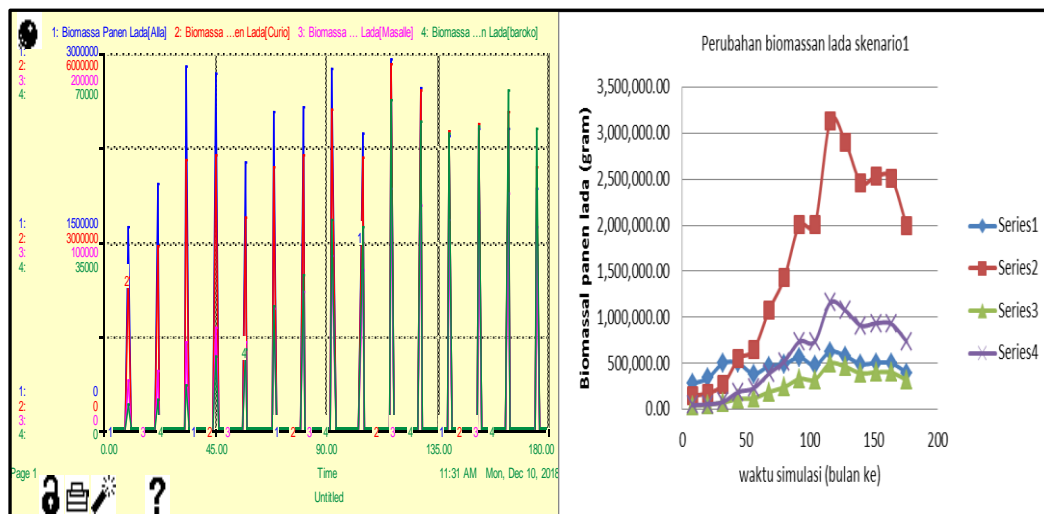
komposisi umur dan jumlah pohon gamal dalam menghasilkan limbah pertanian yang akan diolah menjadi kompos.

3. Produksi lada

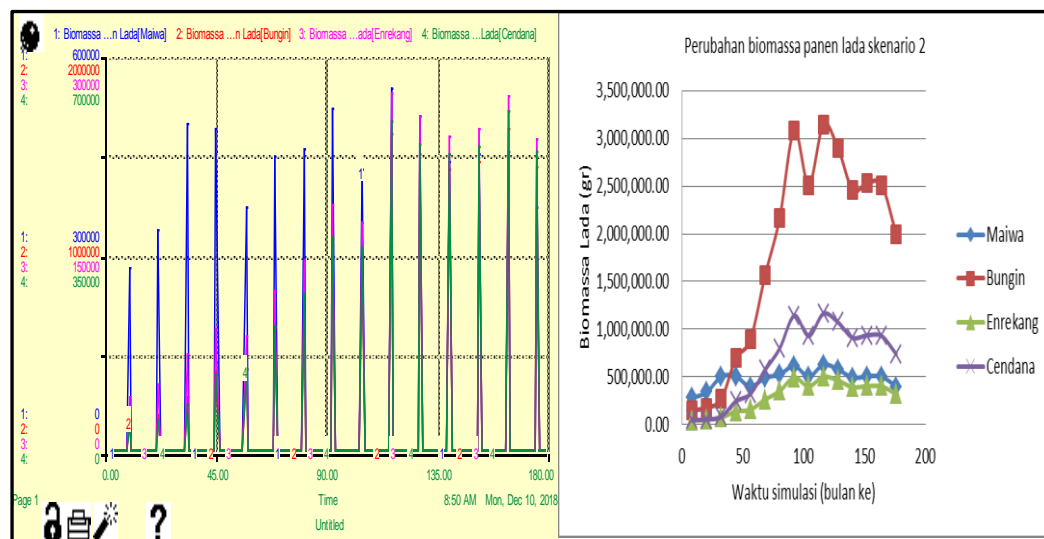
Produksi lada dalam model ini dihitung berdasarkan jumlah pohon gamal setelah dikoreksi dengan populasi pohon gamal yang berkurang akibat pemanfaatan ruang untuk pembangunan unit kandang dan pengolahan limbahnya.

Perhitungan produksi lada mengacu pada banyaknya pohon lada dan produksi per pohon. Perubahan biomassa buah dihitung selama 5 bulan selama proses perkembangan biji sampai pematangan buah untuk panen. Koefisien produksi rata rata lada per pohon pertahun dihitung dari hasil penelitian pada 48 empat kebun milik responden dengan rata rata variasi umur tanaman lada sebanyak 3 perbedaan jenis umur lada dengan nilai bekisar antara 0,82 - 2,03 kg dengan rata rata 1,42 kg /per pohon. Waktu panen disetiing pada setiap bulan Agustus sesuai waktu panen lada di Kabupaten enrekang. Hasil simulasi model menunjukkan adanya variabilitas biomassa lada yang berfluktuasi dengan kecenderungan peningkatan bobot buah dari bulan 2 sampai bulan ke empat dan stagnan pada awal pemebentukan buah dari bunga dan menjelang panen sehingga terlihat adanya pola kurva secara periodik yang membentuk puncak puncak kurva pada saat menjelang panen dan menurun pada nilai nol setiap bulan september sampai february tahun berikutnya.

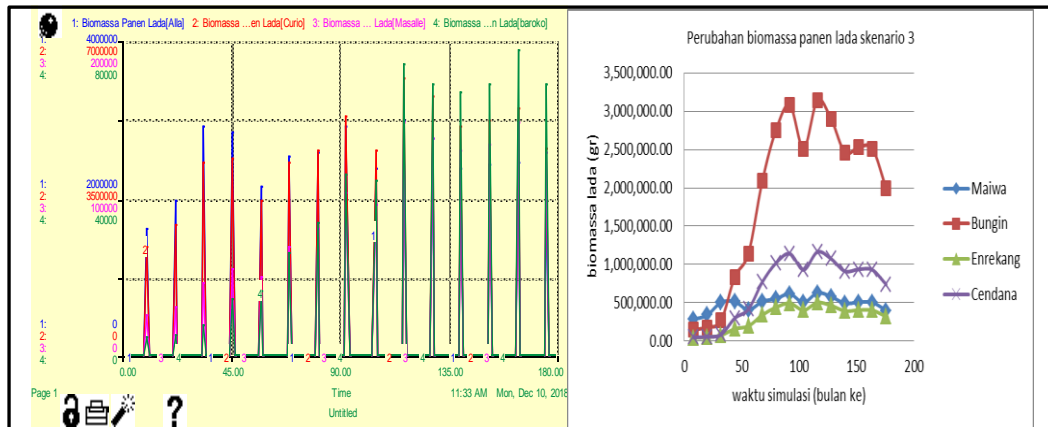
Berdasarkan wilayah kecamatan perbandingan hasil simulasi model pada 3 skenario menunjukkan pola perubahan biomassa lada pada setiap kecamatan dengan pengaruh banyaknya pohon gamal yang diakibatkan adanya peningkatan lahan pertanian baru setiap tahunnya seperti dalam gambar berikut ini .



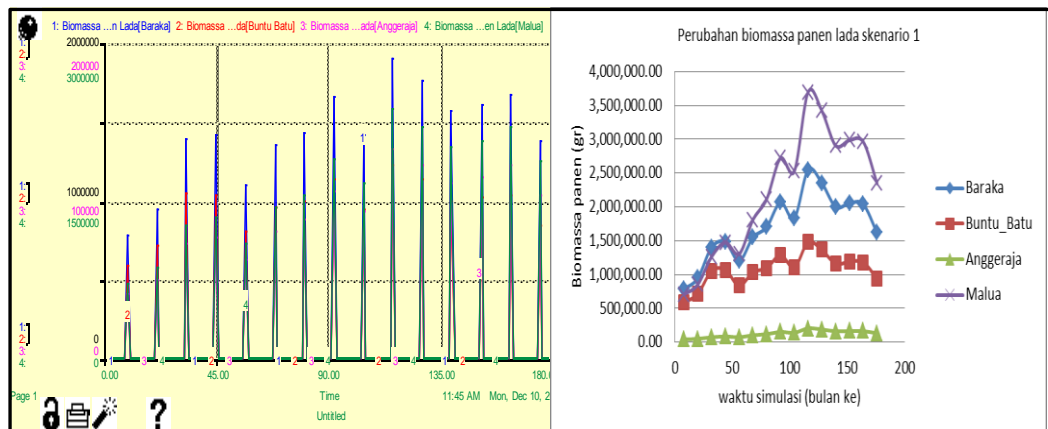
Gambar 42 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 1 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.



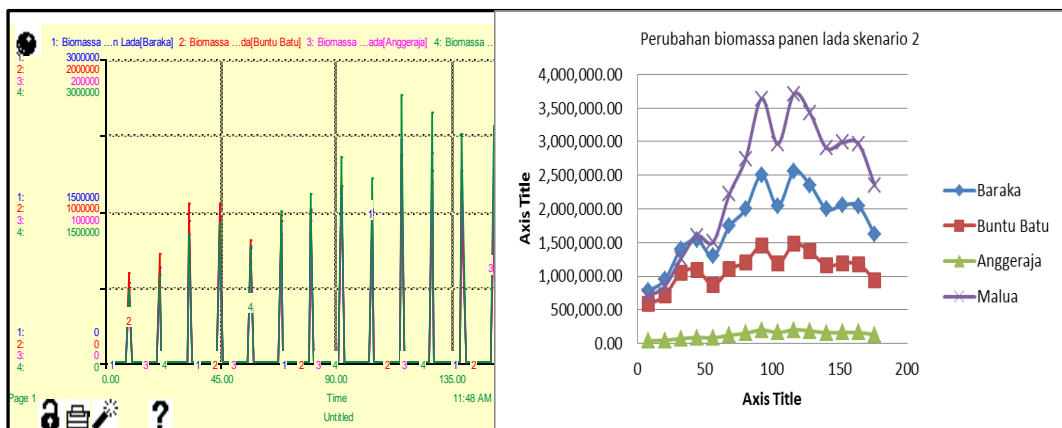
Gambar 43 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 2 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.



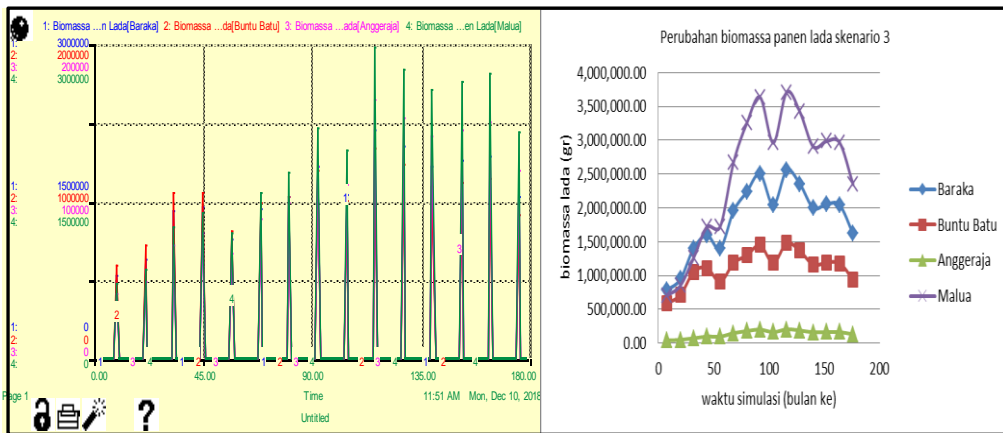
Gambar 44 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.



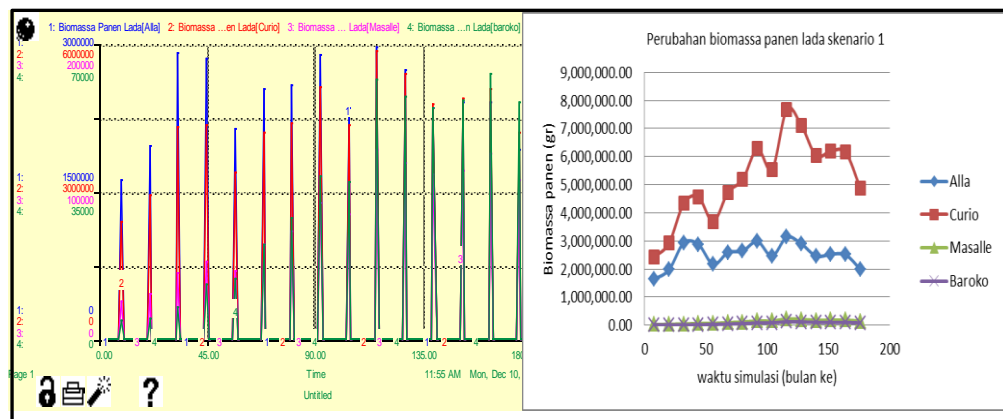
Gambar 45 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 1 di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Malua dan anggeraja.



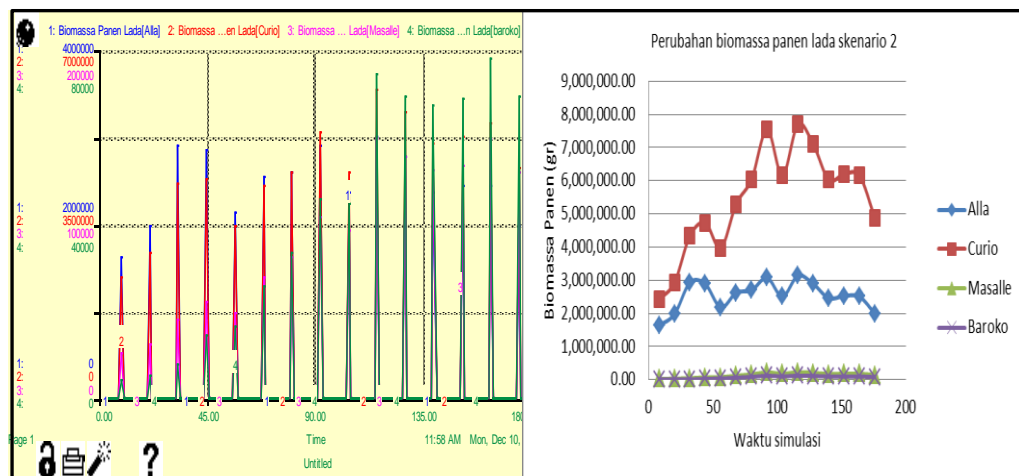
Gambar 46 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 2 di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Malua dan anggeraja.



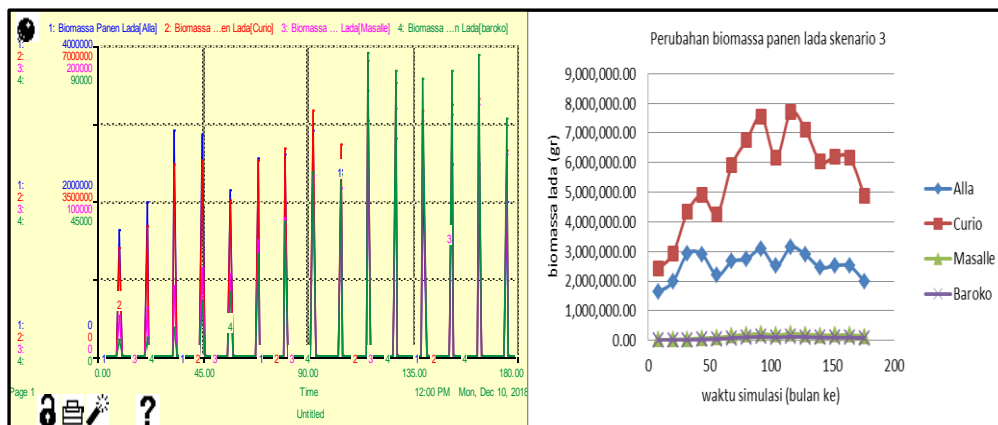
Gambar 47 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Malua dan anggeraja.



Gambar 48 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 1 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.



Gambar 49 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 2 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.



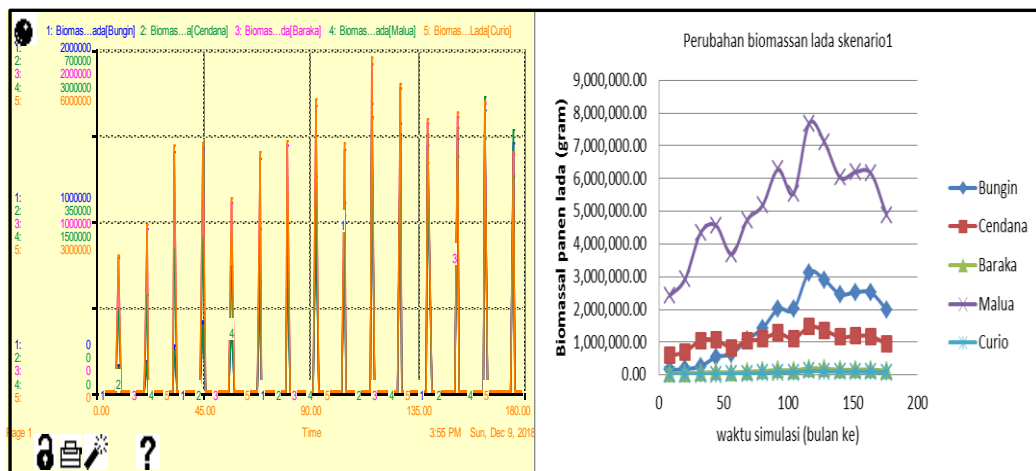
Gambar 50 Perubahan biomassa lada berdasarkan skenario 3 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.

Perubahan kecil yang terjadi dalam satu ritme tahunan kurva biomassa panen lada disebabkan oleh faktor acak produksi rata rata per pohon yang disetting dalam model bergerak rata rata 0,86 gram - 2,03 gram dengan rata rata 1,42 kg /pohon.

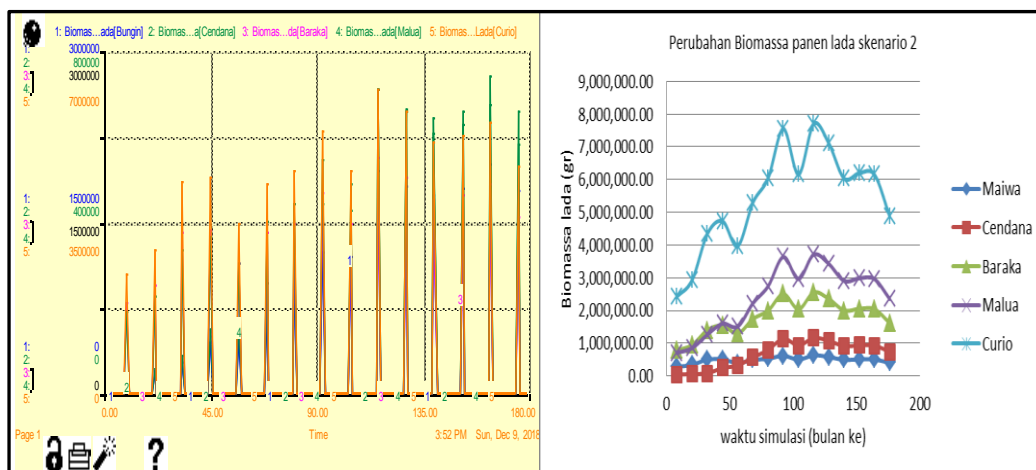
Berdasarkan hasil simulasi biomassa panen lada setiap tahunnya menunjukkan adanya perbedaan antara ketiga skenario, Khusus hasil simulasi pada skenario 2 pada semua kecamatan menunjukkan bahwa bobot biomassa panen cenderung meningkat dari tahun ke tahun sebagai dampak dari pengaruh penambahan lahan pertanian baru. Pada skenario 1 kecenderungan peningkatan biomassa panen lada dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yg signifikan dari awal sampai akhir tahun simulasi. Pada skenario 2 terlihat biomassa panen lada mengalami peningkatan mengikuti pola perubahan lahan sampai tahun ke 12. Perubahan yang kecil dan cenderung menunjukkan grafik yang rata di semua kecamatan setelah tahun ke 13. Pada skenario optimis kurva perubahan grafik biomassa panen lada cenderung datar dari awal tahun

ke 11. Hal ini menguatkan fakta bahwa banyaknya panen lada masih sangat dipengaruhi secara langsung oleh luas lahan yang dibuka.

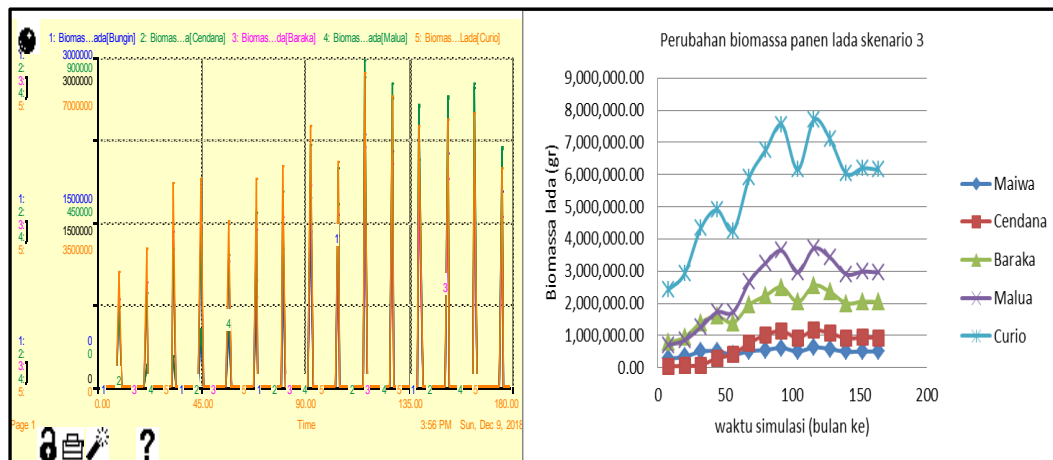
Perubahan Biomassa panen buah lada untuk melihat pengaruh dan perbandingan antar 3 skenario untuk 5 kecamatan yang dipilih yaitu Bungin, Cendana, Baraka, Malua dan Curio ditunjukkan dalam gambar berikut



Gambar 51 Produksi biomassa lada hasil skenario 1 pada 5 kecamatan terpilih



Gambar 52 Produksi biomassa lada hasil skenario 2 pada 5 kecamatan terpilih.



Gambar 53 Produksi biomassa lada hasil skenario 3 pada 5 kecamatan terpilih.

Dalam gambar di atas terlihat bahwa peningkatan biomassa lada di kecamatan Bungin, Baraka dan Curio memperlihatkan peningkatan bobot yang cukup besar sebagai dampak dari tingginya luas penambahan lahan baru di kecamatan tersebut setiap tahunnya. Efek penambahan lahan ini, diperhitungkan dalam model terlihat setelah tahun ke 3. Yang disesuaikan dengan fakta dilapangan bahwa rata rata petani lada mulai panen 2 tahun setelah penanaman.

Dinamika perubahan biomassa lada secara langsung menentukan besarnya biomassa panen sehingga besarnya panen tahunan pada setiap wilayah kecamatan sangat ditentukan dari besaran perubahan lahan yang ada di salah satu kecamatan. Akumulasi biomassa panen lada dari seluruh kecamatan menjadi total produksi lada kabupaten dapat mencapai 6.677.655 ton. Sesuai hasil simulasi skenario 1 jika dibandingkan dengan hasil simulasi kedua biomassa panen lada dengan nilai hampir sama di dapatkan pada tahun 13, sedangkan skenario untuk skenario 3 nilai

tersebut di capai setelah tahun ke 11. Perbedaan biomassa total panen lada di Kabupaten Enrekang menurut estimasi model hingga 15 tahun yang akan datang di sajikan dalam tabel lampiran 8.

Tabel 57. Produksi biomassa lada di Kabupaten Enrekang berdasarkan hasil simulasi skenario 1, 2 dan 3.

Tahun Ke	Skenario Pesimis (1)	Skenario Moderat (2)	Skenario Optimis (3)
0	6,716,442	6,716,442	6,716,442
1	8,117,011	8,117,011	8,117,011
2	8,117,011	8,117,011	8,117,011
3	12,033,618	12,033,618	12,033,618
4	12,015,835	12,471,342	12,596,845
5	12,175,959	12,507,204	12,885,543
6	12,135,959	12,507,204	12,885,543
7	12,914,716	13,442,460	13,985,396
8	15,170,890	15,947,637	16,754,350
9	12,967,429	13,765,911	14,603,087
10	17,792,043	19,241,778	20,789,517
11	16,480,633	17,840,521	19,293,527
12	14,687,559	16,054,725	17,529,401
13	15,093,106	16,498,020	18,013,416
14	15,795,527	17,451,971	18,473,778
15	13,176,356	14,713,474	14,659,314
Rata2	13,102,979	13,874,503	14,531,095

Sumber Data primer setelah diolah, 2018.

Dalam tabel di atas terhitung bahwa total panen lada di Kabupaten Enrekang pada akhir skenario 3 sebesar 14.659.314 setara dengan 14.659 ton jika di rata ratakan per tahun lebih banyak sekitar 656 ton jika dibandingkan dengan skenario 2 dan lebih banyak 1.428 ton jika dibandingkan dengan produksi pada skenario 1.

Dalam proses panen lada hasil pasca panen terdiri dari biomassa produksi bersih dalam bentuk lada putih dan limbah berupa kulit yang

mencapai 45% per kilogram bobot biomassa buah. Limbah ini pada dasarnya dapat di manfaatkan sebagai bahan kompos oleh karena itu dalam perhitungan limbah tanaman untuk di olah jadi kompos dibedakan atas limbah lada dan limbah sisa pakan.

4. Produksi Peternakan

Karena fraksi luas lahan untuk peternakan sangat sedikit dibandingkan dengan total luas lahan maka pengaruhnya juga relatif ke penurunan jumlah pohon gamal, akibatnya adalah terlihat kecenderungan perubahan jumlah pohon gamal mengikuti pola perubahan luas lahan pertanian.

Koreksi pengaruh pemanfaatan sebagian lahan untuk peternakan dapat ditunjukkan dengan membandingkan hasil simulasi salah satu skenario perubahan lahan (skenario 2) yang di kombinasikan dengan skenario pengembangan ternak. Pengaruh kombinasi skenario ini hasilnya tidak dipengaruhi oleh skenario pengolahan limbah. Perbedaan jumlah pohon pada 5 kecamatan yang dipilih dengan skenario moderat pada pengembangan lahan yang dikombinasikan dgn 3 level skenario pengembangan ternak .

Dalam permodelan ini, produksi ternak dihitung berdasarkan jumlah penambahan ternak dari anakan lahir dan bakalan dimasukkan yang dikurangi dengan populasi ternak mati dan ternak yang di jual.

Perhitungan produksi ternak setiap unit luas lahan dihitung berdasarkan daya dukung pakan yang dipengaruhi oleh produksi pakan dan konsumsi harian ternak. Populasi awal didasarkan pada proporsi

daya dukung pakan. Sedangkan tambahan bakalan dihitung dari daya dukung pakan dan produksi ternak. Sementara pengurangan dari jumlah ternak mati alami dipengaruhi oleh koefisien mati alami yang didapat dari hasil penelitian yang berkisar 0,04 – 0,06 % dengan rata-rata 0,05% per tahun.

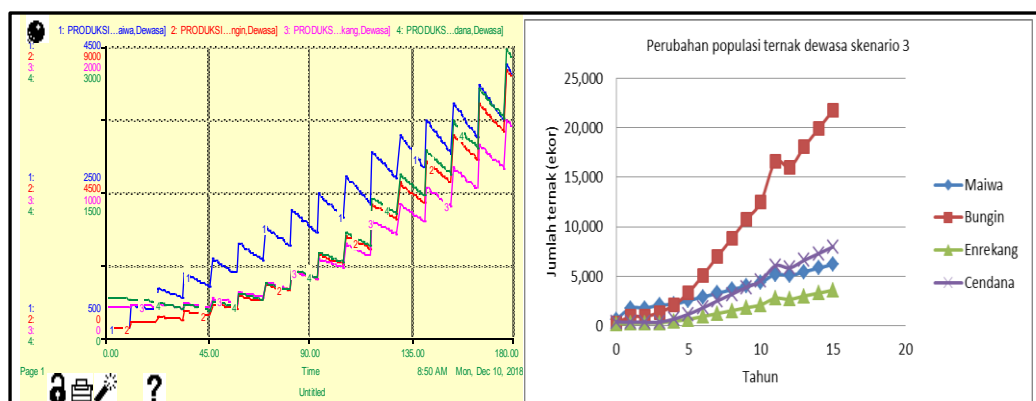
Jumlah anakan lahir dalam model ini ditetapkan rata-rata 2 per kelahiran anak dan disetting 2 kali dalam satu tahun yaitu pada bulan Januari dan Juli dengan interval kelahiran 7 bulanan. Dengan estimasi masa bunting kambing selama 5 bulan (146 – 155 hari). Pemasukan bakalan dalam sistem diperhitungkan sudah berumur 15 bulan untuk calon indukan dan 24 bulan untuk calon pejantan. Pemasukan bakalan dalam sistem dilakukan pada bulan September setiap tahun. Estimasi tambahan bakalan dari luar didasari pertimbangan mendapatkan indukan dan pejantan unggul untuk mendukung sistem integrasi yang optimum.

Dalam model ini semua anakan yang sudah berumur 1 tahun dikeluarkan dari sistem untuk memenuhi kebutuhan pasar dan tidak disisakan untuk pengganti indukan karena dimodelkan bakalan unggulan dimasukkan dari luar sistem. Sementara indukan dan pejantan yang berumur lebih dari 10 tahun di afkir dan dikeluarkan dari sistem karena menurut hasil penelitian produktivitas ternak sudah menurun dan rata-rata mati alami yang ditemukan terjadi pada indukan dan pejantan pada umur tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Suwardi (2004) yang mengatakan induk kambing PE berumur 5 tahun melahirkan anak dengan

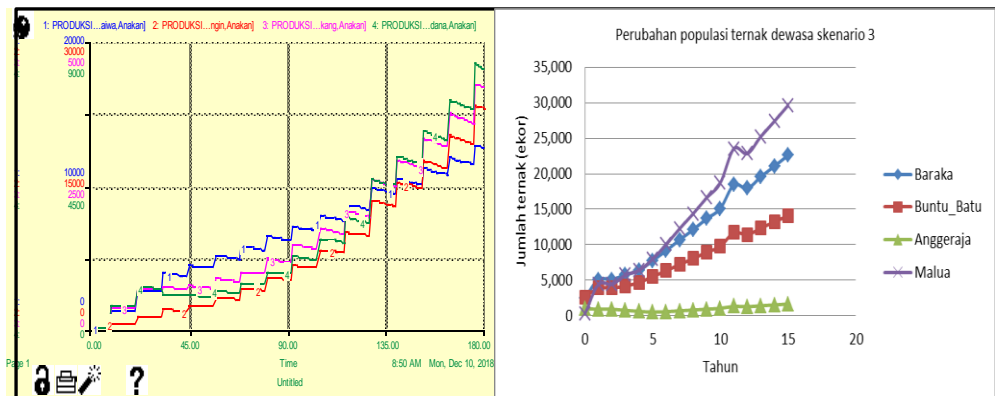
bobot badan tertinggi dan bertahan sampai kelahiran maksimal yang ke 12 pada umur indukan 10 tahun. Hal ini terjadi karena fungsi organ dan hormonal induk telah optimal sehingga tidak terjadi kompetisi dalam penggunaan nutrisi.

Estimasi konsumsi pakan dalam model mengacu pada rekomendasi Kearn (1992) tentang kebutuhan pakan berdasarkan konsumsi bahan kering sebesar 3,6% dari berat badan ternak. Hasil simulasi kebutuhan pakan hijau ternak dapat dilihat dalam lampiran 3.

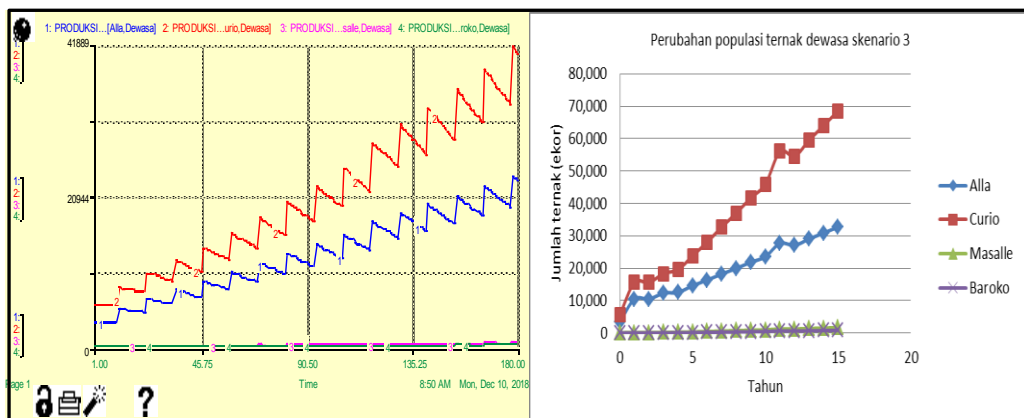
Berdasarkan wilayah kecamatan hasil simulasi model pada skenario 3 optimis menunjukkan pola perubahan anakan lahir dan produksi ternak dewasa mengikuti pola perubahan penambahan gamal karena pertambahan populasi ternak dipengaruhi oleh daya dukung pakan. Hasil simulasi model perkembangan produksi ternak dewasa dan anakan pada skenario pertambahan ternak dengan pemanfaatan daya dukung pakan 100% dapat dilihat dilihat pada gambar berikut.



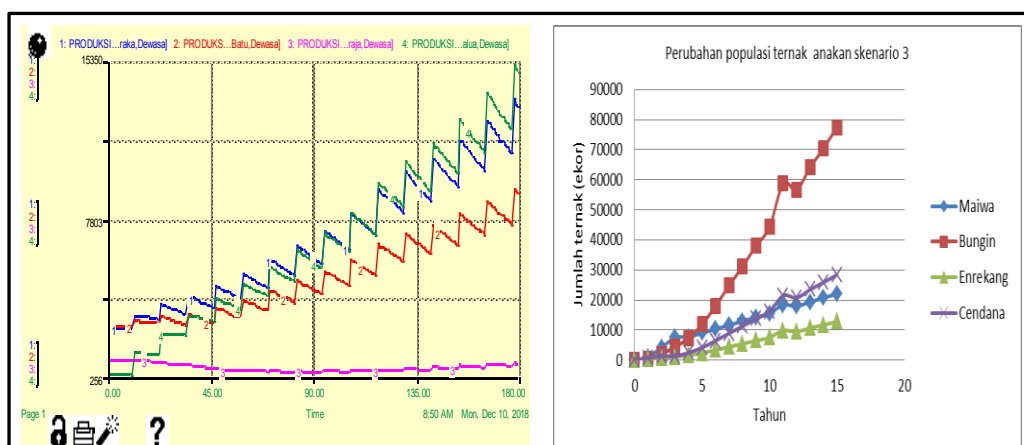
Gambar 54 : Perubahan pola pertumbuhan populasi dewasa (skenario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana.



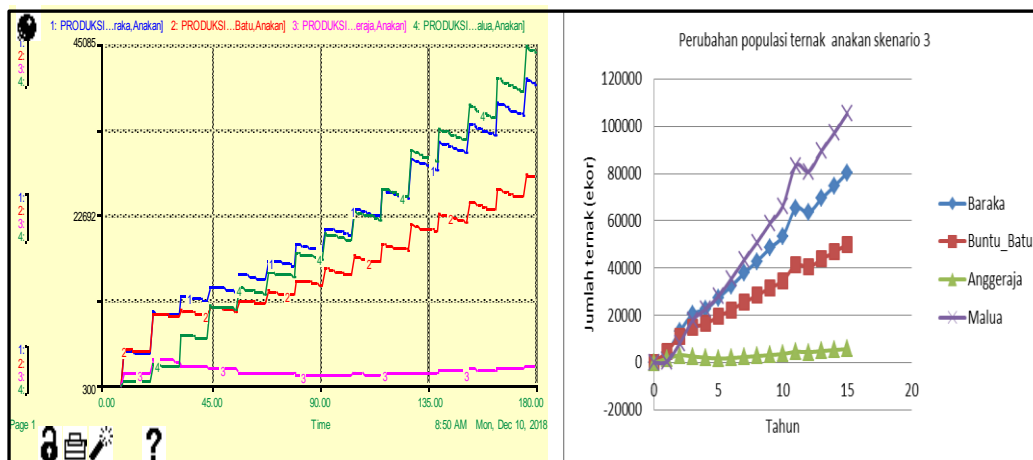
Gambar 55 Perubahan pola pertumbuhan populasi dewasa (skenario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Baraka, Malua, Buntu Batu dan Anggeraja



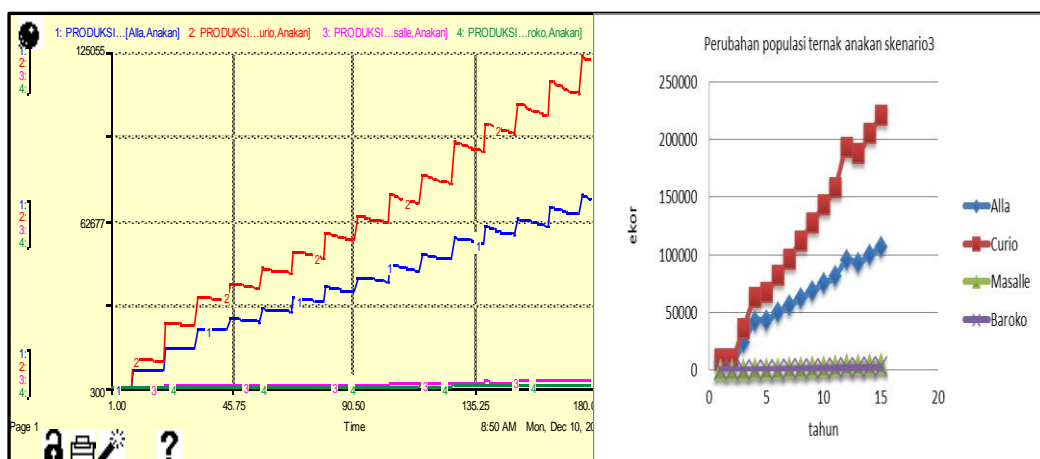
Gambar 56 Perubahan pola pertumbuhan populasi dewasa (skenario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.



Gambar 57 Perubahan pola pertumbuhan **populasi anak-anak** (skenario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana



Gambar 58 Perubahan pola pertambahan **populasi anak** (skenario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Baraka, Malua, Buntu batu dan Anggeraja



Gambar 59 Perubahan pola pertambahan **populasi anak** (seknario pemanfaatan pakan 100%) di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.

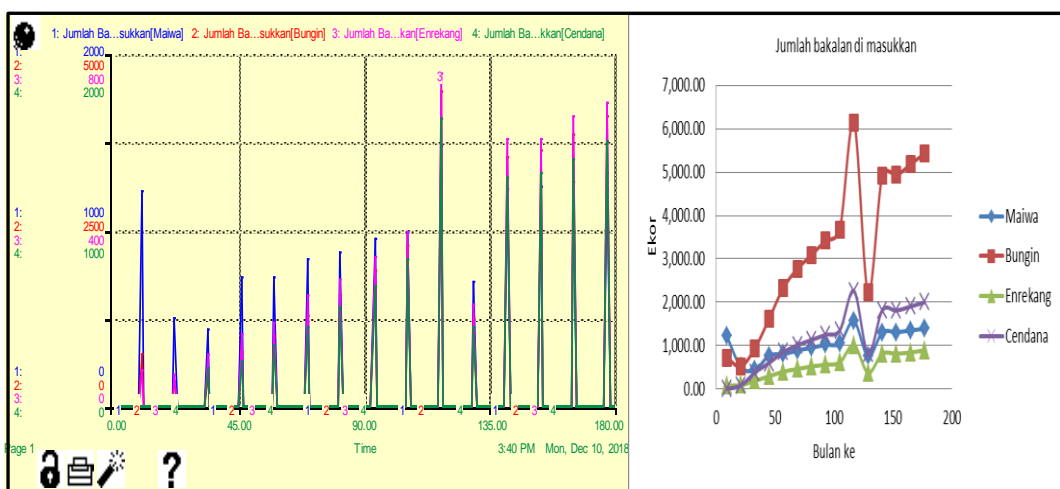
Berdasarkan gambar di atas sangat jelas terlihat adanya kemiripan dengan profil grafik pertambahan jumlah pohon gamal. Wilayah kecamatan yang populasi ternaknya besar Bungin dan Curio cenderung mengikuti laju pertambahan daya dukung pakan yg lebih besar dibanding wilayah yang potensi lahannya kecil seperti Baroko, Masalle dan

Anggeraja. Perubahan bulanan populasi ternak disetiap kecamatan pada tiga skenario yg disimulasikan disajikan dalam lampiran 10.

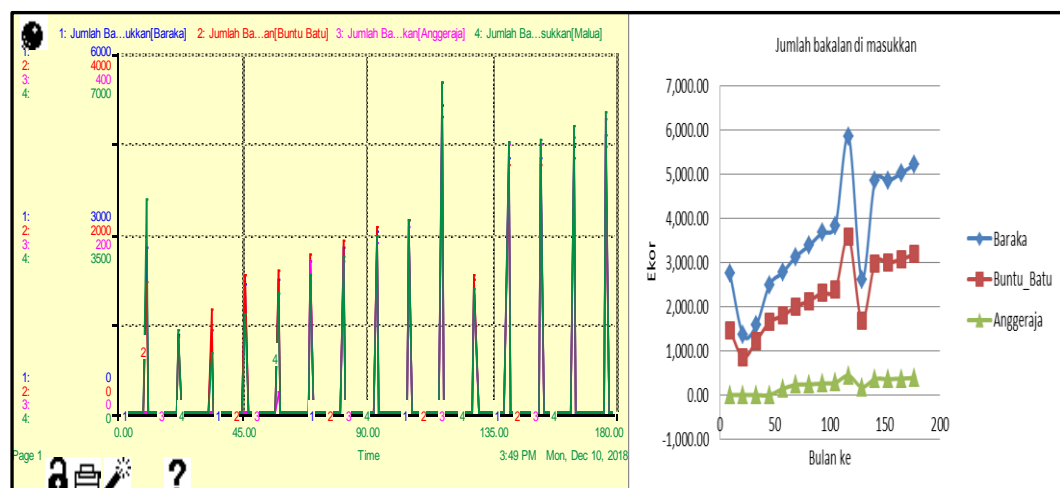
Banyaknya produksi ternak pada wilayah kecamatan yg memiliki daya dukung pakan besar seperti Bungin, Cendana, Baraka, Malua dan Curio dapat mencapai total jumlah ternak dewasa 79.609 ekor dan produksi anakan tertinggi sebanyak 243.049 ekor sebaliknya di wilayah kecamatan yang daya dukung pakan rendah seperti Baroko, Anggraja dan Masalle populasi dewasa hanya mencapai 1.913 ekor dan populasi anakan sebanyak 5.884 ekor. (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11). Berkaitan dengan pola perubahan daya dukung pakan maka perbandingan ternak antara skenario 1, 2 dan 3 pada 5 kecamatan yang dipilih menunjukkan peran penting pola perubahan daya dukung lahan dalam menentukan jumlah ternak berdasarkan skenario yg di jalankan.

Sebagaimana pengaruh skenario penambahan lahan maka kecepatan waktu tercapainya populasi maksimum ternak kambing cenderung memperlihatkan perbedaan antar ke tiga skenario. Hasil simulasi pada skenario 1 memperlihatkan bahwa jumlah ternak cenderung naik hingga akhir waktu simulasi pada tahun ke 15, sementara pada skenario 2 dan 3 kecenderungan populasi maksimum nampak terlihat mulai konstan pada tahun ke 11 dan 13. Perubahan jumlah total ternak kambing di kabupaten enrekang menurut estimasi hasil simulasi model ditunjukkan dalam lampiran 11.

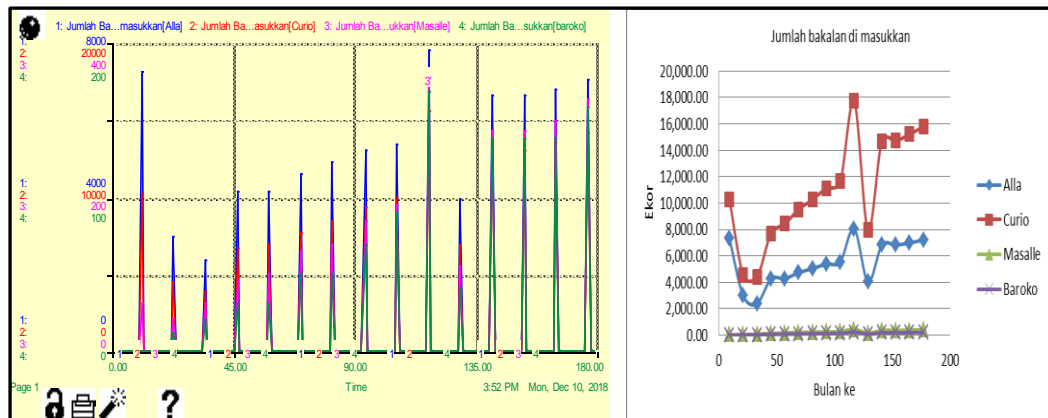
Hasil simulasi perubahan jumlah bakalan yang dimasukkan mengikuti waktu pembukaan lahan yang disetting dilakukan setiap bulan september setiap tahun mengikuti rasio daya tampung pakan dengan perbandingan 9 betina bakalan indukan dan 1 bakalan pejantan yang siap memproduksi. Jumlah bakalan yang dimasukkan berdasarkan skenario 3 ditunjukkan dalam grafik berikut.



Gambar 60 Jumlah Bakalan dimasukkan berdasarkan skenario 3 di Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana



Gambar 61 Bakalan dimasukkan berdasarkan skenario 3 di Baraka, Malua, Buntu Batu dan Anggeraja.



Gambar 62 Bakalan dimasukkan berdasarkan skenario 3 di Alla, Curio, Masalle dan Baroko

Dari grafik hasil simulasi jumlah bakalan yang dimasukkan selalu mengikuti daya dukung pakan, dimana pada daerah dengan daya dukung pakan yang besar seperti Maiwa , Baraka, Malua , Alla dan Curio memperlihatkan jumlah bakalan yang dimasukkan memperlihatkan peningkatan yang besar terutama pada awal pemasukan bakalan yaitu pada bulan ke 9 yang mengikuti pembukaan dimana perhitungannya secara proporsional dari sisa lahan potensi dan bulan ke 118 pada saat penggantian indukan dan pejantan afkir sepuluh tahunan. Berbeda dengan daerah dengan daya dukung pakan kecil seperti Anggeraja, masalle dan curio jumlah bakalan yang di masukkan kecil karena mengikuti laju pembukaan lahan baru yang dihitung proporsional dari lahan sisa. Untuk lebih jelasnya jumlah bakalan yang dimasukkan berdasarkan skenario 3 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 58. Jumlah bakalan yang dimasukkan berdasarkan hasil simulasi model dengan skenario 3

Bulan Ke	Jumlah Bakalan yang di masukkan Berdasarkan Proporsi Daya Dukung pakan											
	Maiwa	Bungin	Enrkg	Cendana	Baraka	Bt Batu	A.Raja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko
10	1,220	720	80	0	2,760	1,470	0	4,170	7,340	10,290	60	0
22	510	520	90	80	1,360	850	0	1,710	2,990	4,570	50	20
34	440	940	190	380	1,580	1,220	0	1,540	2,400	4,430	90	40
46	770	1,620	290	600	2,490	1,650	0	2,660	4,260	7,670	150	60
58	800	2,330	400	850	2,770	1,790	140	3,470	4,300	8,430	180	90
70	890	2,770	460	1,010	3,130	2,000	230	3,980	4,740	9,540	220	100
82	950	3,090	520	1,130	3,380	2,130	240	4,340	5,050	10,270	240	120
94	1,020	3,420	560	1,250	3,670	2,310	260	4,740	5,400	11,140	260	130
106	1,050	3,680	610	1,350	3,830	2,390	280	5,020	5,560	11,640	280	140
118	1,560	6,140	1,010	2,260	5,850	3,570	440	7,930	8,070	17,720	460	240
130	750	2,220	370	810	2,610	1,680	180	3,270	4,040	7,960	170	80
142	1,300	4,920	810	1,810	4,850	2,980	360	6,490	6,820	14,710	370	190
154	1,310	4,930	810	1,810	4,850	2,990	360	6,490	6,830	14,720	370	190
166	1,350	5,180	840	1,900	5,020	3,070	370	6,760	6,990	15,210	390	200
178	1,390	5,430	890	2,000	5,220	3,190	390	7,050	7,230	15,810	410	210

Sumber: Data primer setelah diolah, 2018.

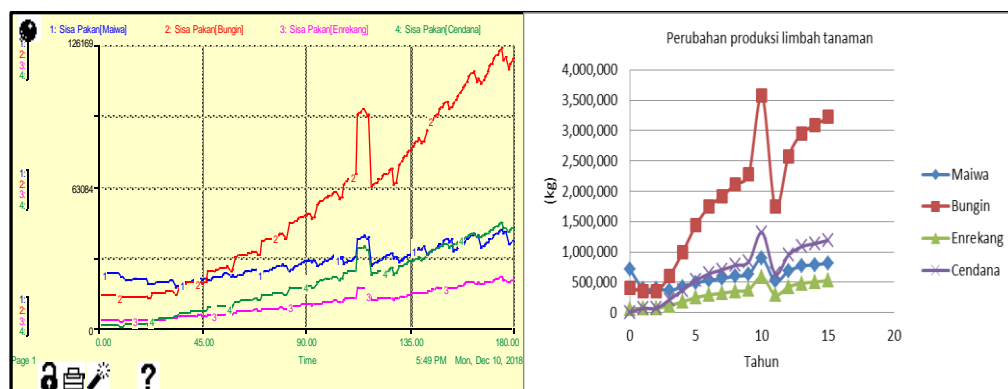
5. Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah dipengaruhi oleh produksi ternak terkait produksi limbah feses dan urine serta produksi limbah gamal yang berasal dari sisa konsumsi pakan dan limbah lada yang berasal dari limbah kulit buah lada. Limbah yang diperhitungkan dalam model ini lebih ditekankan pada limbah tanaman berupa sisa pakan dan limbah kulit lada yang dipengaruhi oleh produksi panen biomassa buah lada, produksi pakan, peningkatan produksi ternak dan konsumsi harian ternak.

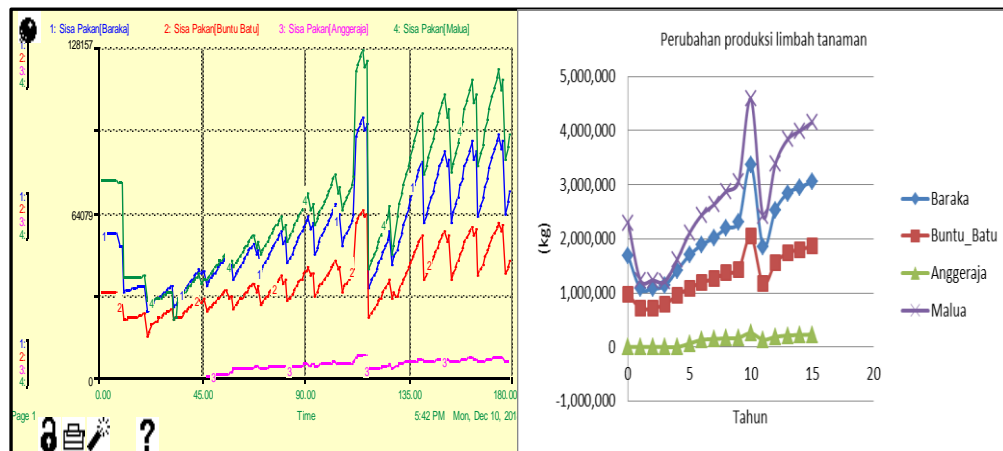
Pengolahan limbah tanaman berupa sisa pakan dan limbah kulit buah lada diskenariokan dengan limbah yang diolah yaitu skenario tanpa pengolahan limbah (0%), skenario pengolahan limbah 50% dan pengolahan limbah 100%. Model pengolahan limbah memperhitungkan bahan baku dari sisa pakan hijauan yang tidak dimanfaatkan sebagai pakan dan limbah kulit lada yang diperoleh persentase produksi biomassa panen lada yaitu antara 0,19 – 0,23 % dengan nilai rata rata 0,23 % dari biomassa panen buah lada dan menjadi in flow limbah dari selanjutnya di olah menjadi pupuk kompos. Demikian halnya dengan limbah feses akan menjadi bahan baku yang akan di olah menjadi pupuk kandang,

Out flow dari pengolahan limbah sisa pakan dan limbah kulit lada adalah produksi kompos dengan fraksi kering sebesar 45% sedangkan hasil dari pengolahan feses adalah pupuk kandang.

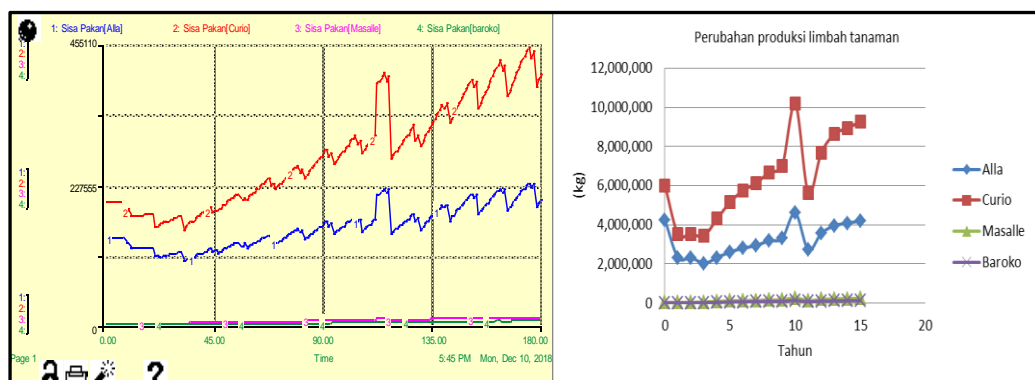
Perkembangan limbah tanaman hasil simulasi dari skenario moderat di semua kecamatan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 63 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana

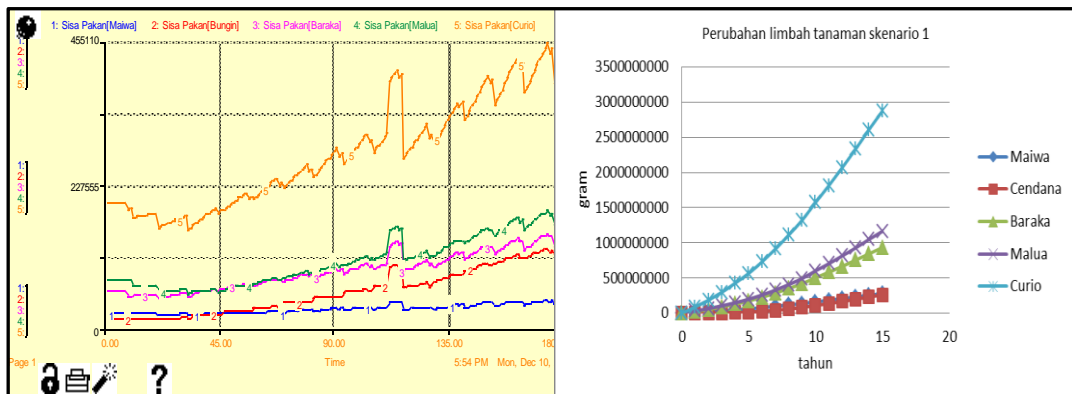


Gambar 64 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Baraka, Malua, Buntu Batu dan Anggeraja

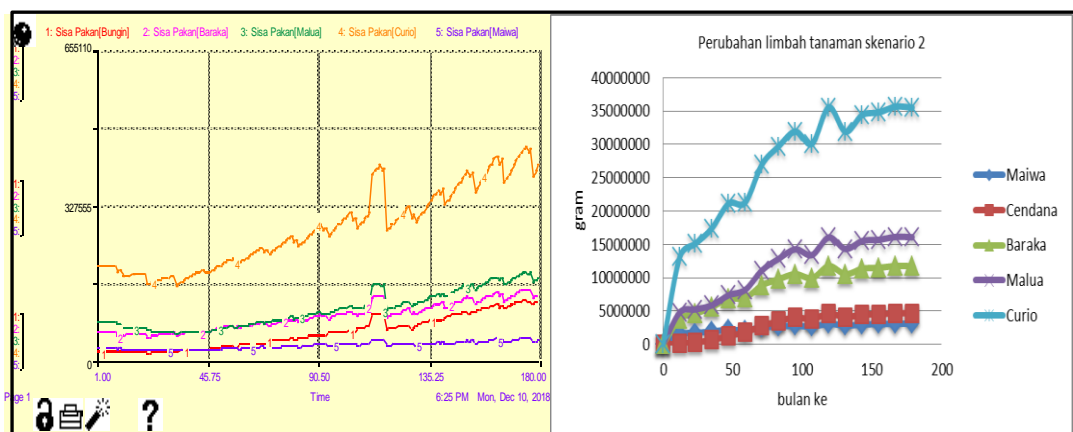


Gambar 65 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko

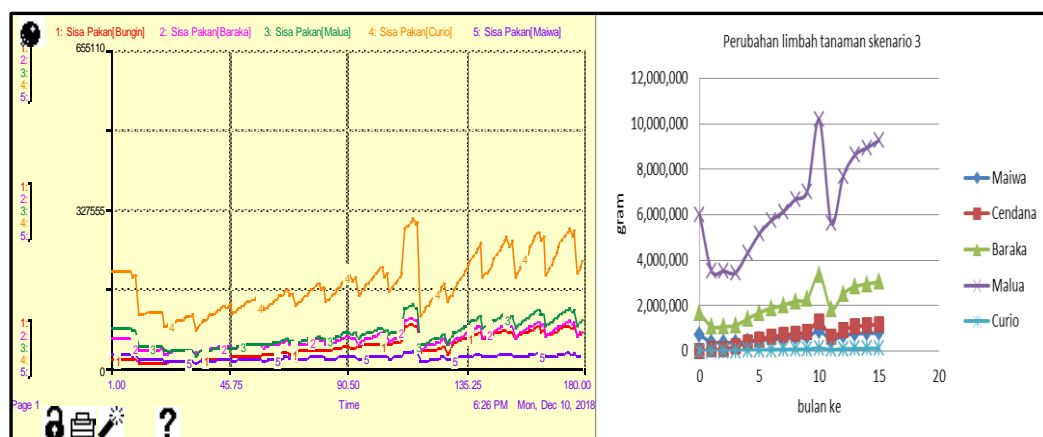
Dari hasil simulasi dengan skenario moderat pada semua kecamatan menggambarkan sisa pakan yang dihasilkan dari sistem integrasi berbanding lurus dengan daya dukung pakan. Dimana pada awal skenario sisa pakan antara kecamatan dengan daya dukung pakan tertinggi dengan kecamatan yang paling kecil daya dukung pakannya memberikan hasil sisa pakan yang berbeda. Namun sisa pakan hingga akhir waktu simulasi bertambah sebesar 636 ton di kecamatan Curio dan 5 ton di Kecamatan Baroko.



Gambar 66 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi kecamatan terpilih pada skenario 1.



Gambar 67 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi kecamatan terpilih pada skenario 2

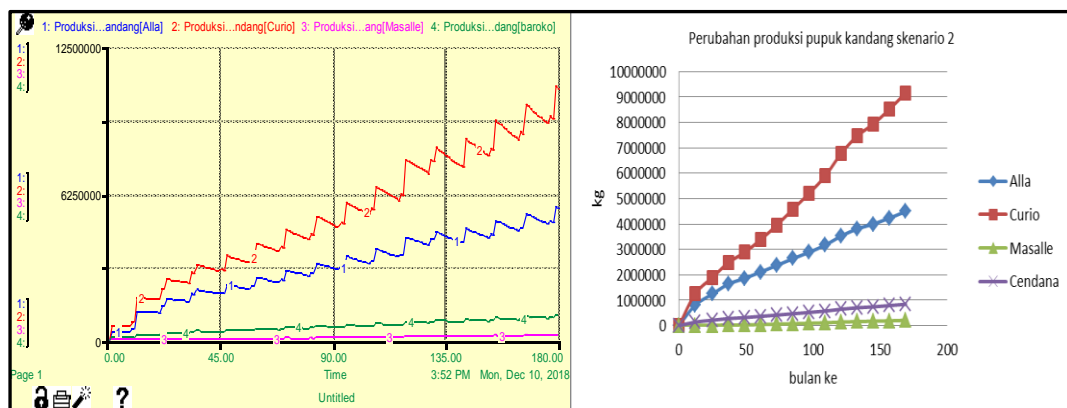


Gambar 68 Perubahan produksi limbah tanaman hasil simulasi kecamatan terpilih pada skenario 3.

Hasil simulasi pada 5 kecamatan pilihan yang memperlihatkan efek pilihan skenario pada jumlah sisa pakan yang jadi limbah tanaman untuk diolah menjadi kompos. Perkembangan sisa pakan di awal simulasi sampai bulan ke 7 untuk semua skenario memperlihatkan sisa pakan yang konstan karena di awal simulasi jumlah ternak yang dimasukkan proporsional dengan daya dukung pakan sehingga perubahan sisa pakan yang konstan ditentukan oleh populasi ternak yang juga masih konstan karena belum ada penambahan anakan dan pemasukan bakalan. Nilai sisa pakan dari semua skenario sama antar semua kecamatan perbandingan yaitu sebanyak 200 ton. Perubahan penurunan sisa pakan yang menonjol terjadi pada bulan ke 15 untuk semua skenario, dimana pada skenario 1 terdapat 535 ton sisa pakan, pada skenario 2 terdapat sisa pakan sebanyak 413 ton dan pada skenario 3 terdapat 308 ton sisa pakan. Hingga akhir waktu simulasi yaitu pada bulan 118 untuk skenario 1 masih terjadi peningkatan sisa pakan yaitu sebesar 638 ton, sementara untuk skenario 2 meningkat sebanyak 438 ton lebih kecil dari peningkatan pada skenario 1, sementara di akhir waktu simulasi untuk skenario 3 terjadi penurunan sisa limbah menjadi 219 ton berbeda 19 ton dari awal waktu simulasi.

Hasil simulasi sisa limbah pakan yang dihasilkan dan menjadi bahan baku pengolahan limbah pertanian pada ketiga skenario menunjukkan bahwa hasil simulasi skenario 3 memberikan limbah yang paling sedikit dari sisa pakan dan sekaligus memberikan gambaran bahwa

skenario 3 memberikan hasil terbaik untuk mendukung sistem integrasi zero waste. Hasil simulasi produksi pupuk kandang pada model dengan skenario moderat dapat dilihat pada grafik berikut.

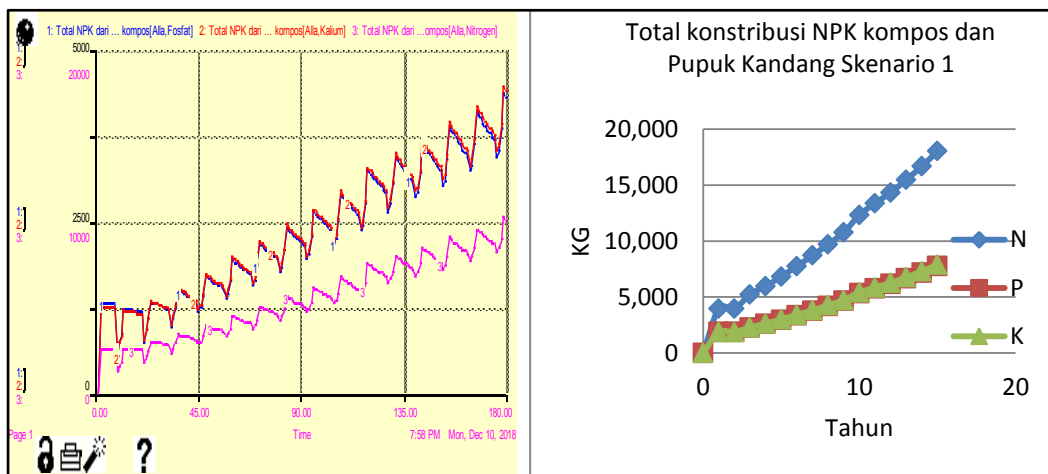


Gambar 69 perubahan produksi pupuk kandang hasil simulasi skenario 2 di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko.

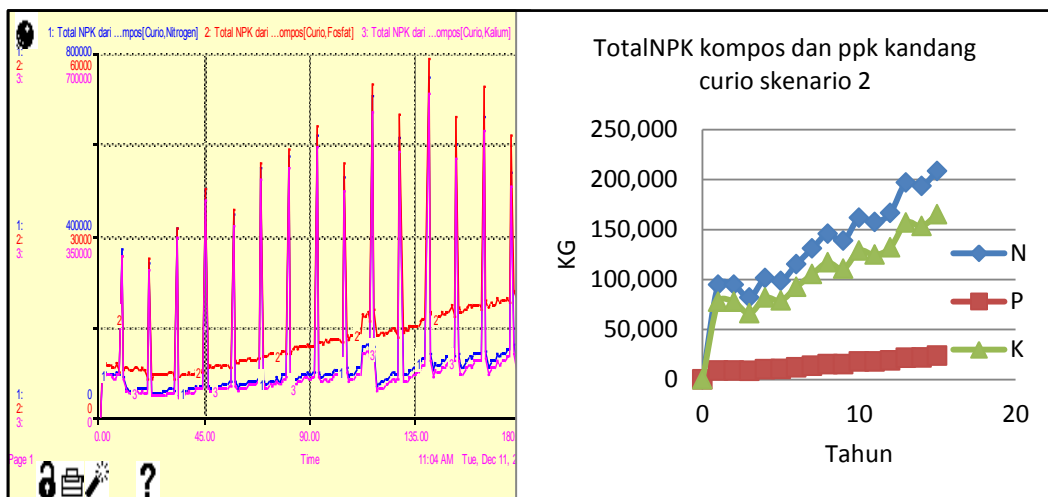
Dari hasil simulasi produksi feses tergambar perubahan produksi feses yang meningkat sepanjang waktu simulasi. Pertambahan produksi feses mengikuti grafik peningkatan produksi ternak dimana produksi feses merupakan out flow dari pertambahan jumlah ternak. Peningkatan produksi feses sangat dipengaruhi oleh penambahan produksi ternak yang terlihat pada grafik dimana terjadi peningkatan produksi feses bersesuaian dengan waktu waktu penambahan ternak terutama pada saat penambahan bakalan dan akan menurun pada setiap periode satu tahunan pada saat penjualan anakan yang telah berumur 1 tahun.

Dalam pemodelan ini pengolahan limbah feses diskenariokan dengan tanpa pengolahan limbah, pengolahan ;limbah 50% dan pengplahan limbah 100% dengan nilai pengolahan limbah dihitung dari

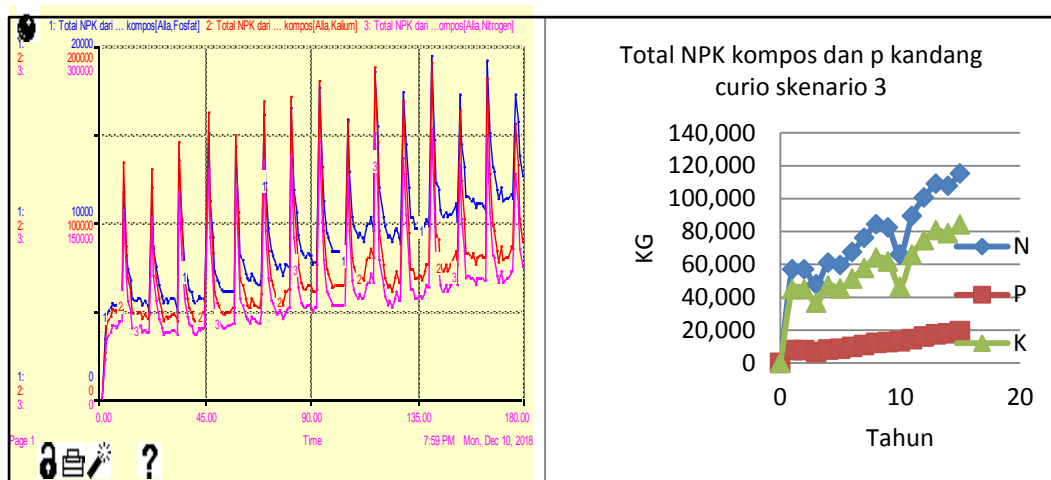
kontribusi kandungan hara pupuk kandang untuk mensubstitusi penggunaan pupuk kimia dengan asumsi bahwa kandungan hara pupuk kandang akan menggantikan kebutuhan hara lahan yang berasal dari pupuk kimia. Adapaun kontribusi hara N, P dan K dari feses yang dihasilkan dari pengolahan limbah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 70 Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil skenario 1



Gambar 71 Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil skenario 2.



Gambar 72 Kontribusi hara NPK dari pupuk kandang dan kompos hasil skenario 3.

Hasil simulasi pengolahan limbah dan kontribusi hara dalam memenuhi kebutuhan hara lahan untuk tanaman lada dan gamal memperlihatkan hasil yang berbeda dari ketiga skenario yang di pilih. Pada skenario 1 kontribusi hara P sebesar 4.4 ton, kontribusi hara K sebesar 4,5 ton dan untuk hara N sebesar 94 ton. Pada skenario 2 didapatkan kontribusi hara P sebesar 9,8 ton , hara K 75 ton dan hara N sebesar 94 ton. Pada pilihan skenario 3 didapatkan kontribusi P sebesar 18,6 ton, hara K sebesar 188 ton dan hara N 227 Ton. Dari kontribusi hara tersebut dapat disimpulkan bahwa pemilihan skenario terbaik yang memberikan kontribusi hara N, P dan K tertinggi didapatkan dari skenario 3 dengan penambahan lahan sebesar 7% per tahun, pemanfaatan daya dukung pakan sebesar 100% dan pengolahan limbah 100%.

Selain nilai ekonomi yang diharapkan dari pengolahan limbah dalam bentuk pengurangan biaya pembelian pupuk kimia dan hasil

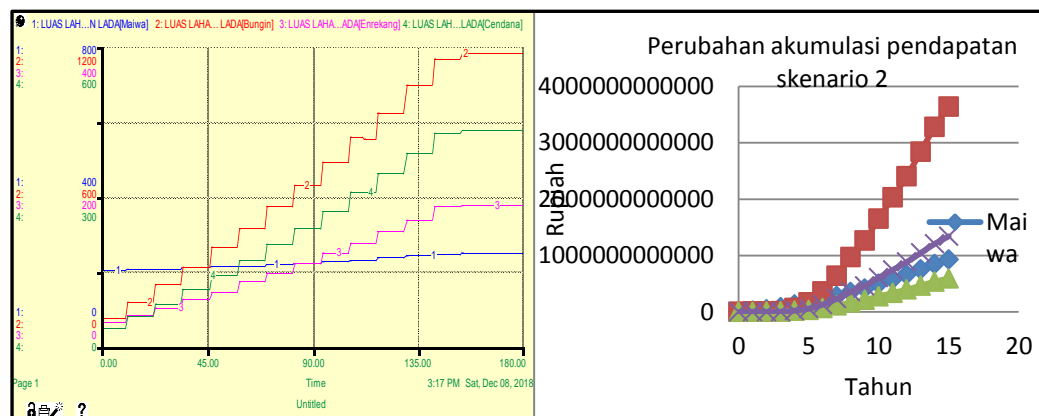
penjualan pupuk kandang dan kompos, kontribusinya lebih ditekankan pada aspek ekologi yaitu substitusi hara dari pupuk kandang dan kompos yang akan berdampak pada pengurangan hara dari pupuk kimia dengan tujuan untuk memperpanjang usia produktif lahan. Selanjutnya kontribusi ekonomi pengolahan limbah akan menjadi in flow dalam pembahsan sub sistem ekonomi.

6. Perhitungan Dampak Ekonomi Model

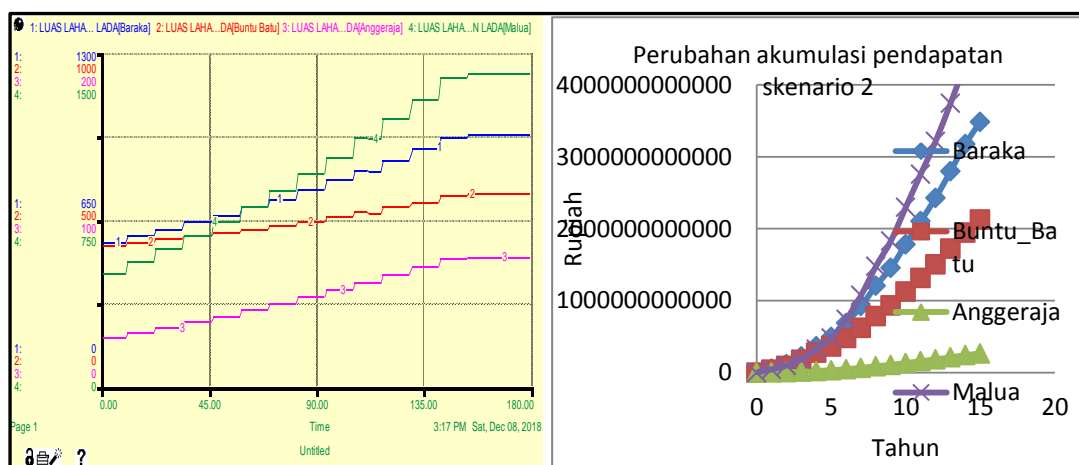
Sub model ekonomi ini merupakan hasil komprehensif dari efek simultan ketiga sub model sebelumnya. Kompartemen pendapatan yang dihitung dari sektor penerimaan dan pengeluaran sepenuhnya dipengaruhi oleh efek dari penerapan skenario yang diterapkan pada sub model pengembangan lahan, pengembangan ternak dan pengelohan limbah. Oleh karena itu dalam analisis sub model ekonomi tidak diterapkan lagi skenario khusus untuk membentuk perilaku ekonomi yaitu perubahan pendapatan. Komponen penerimaan dihitung secara sederhana melalui hasil penjualan dari panen lada, penjualan ternak dan penjualan kompos dan pupuk kandang sementara komponen pengeluaran terdiri dari biaya investasi dan biaya operasional dari ketiga sektor yaitu pertanian, peternakan dan pengelohan limbah.

Hasil simulasi model pada skenario moderat untuk melihat perubahan pendapatan , penerimaan dan pengeluaran pada 12 kecamatan menunjukkan bahwa perilaku akumulasi pendapatan masih jelas didominasi oleh luasan lahan yang diolah sehingga tampilan perubahan

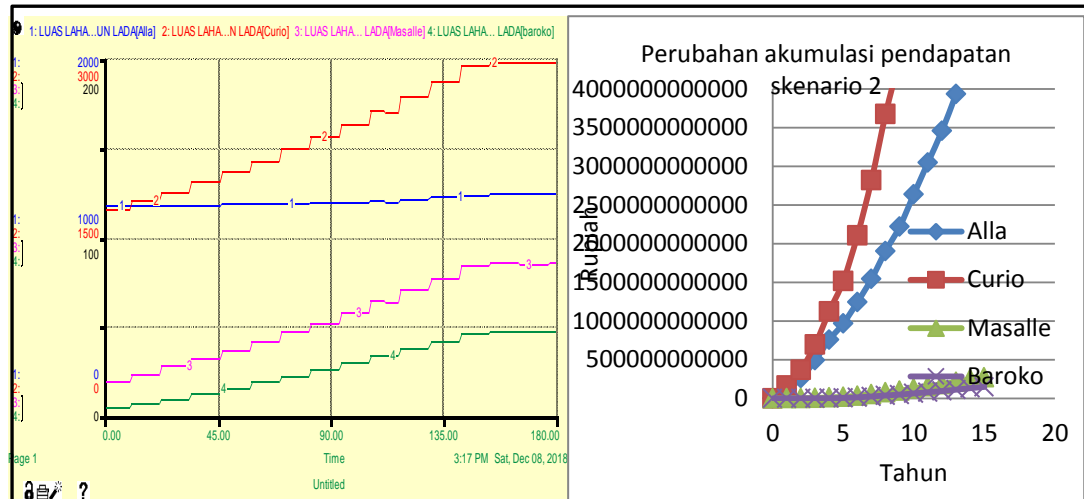
grafik pendapatan cenderung mengikuti pola perubahan luas lahan (gambar 73). Hasil lengkap simulasi menunjukkan bahwa pada 8 bulan pertama cenderung pendapatan disetiap kecamatan kecuali Baroko nilainya negatif hal ini disebabkan karena pengeluaran untuk biaya operasional seperti biaya pembelian pupuk, biaya perawatan dan biaya pengolahan limbah menjadi pengeluaran yang sudah dihitung dalam model sebelum adanya penerimaan pada bulan September



Gambar 73 Perubahan akumulasi pendapatan di Kecamatan Maiwa, Bungin, Enrekang dan Cendana skenario moderat.



Gambar 74 Perubahan akumulasi pendapatan di Kecamatan Baraka, Buntu Batu, Anggeraja dan Malua skenario moderat.

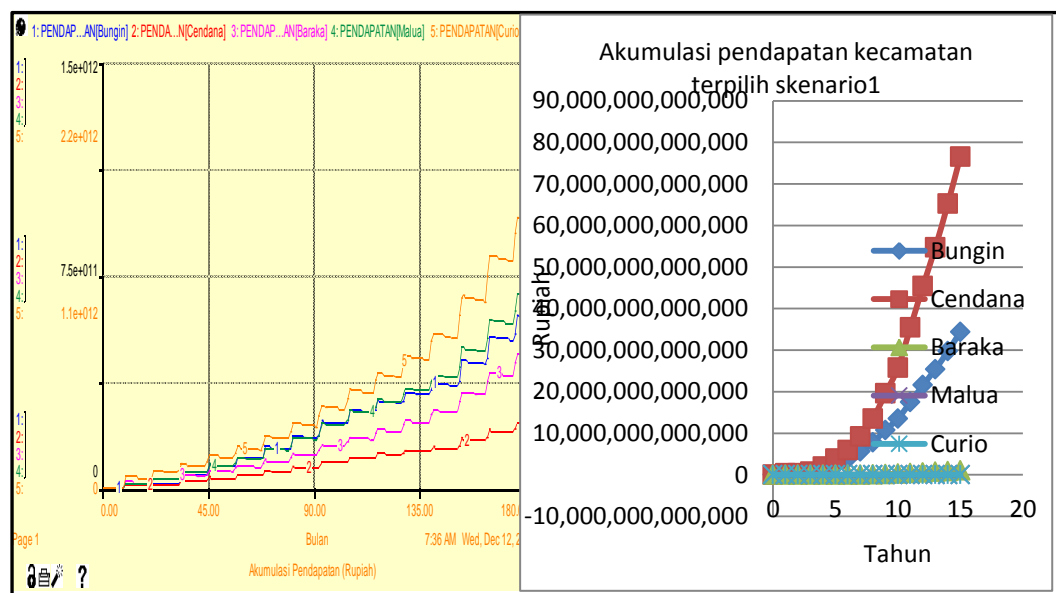


Gambar 75 Perubahan akumulasi pendapat di Kecamatan Alla, Curio, Masalle dan Baroko hasil simulasi model penerapan skenario moderat.

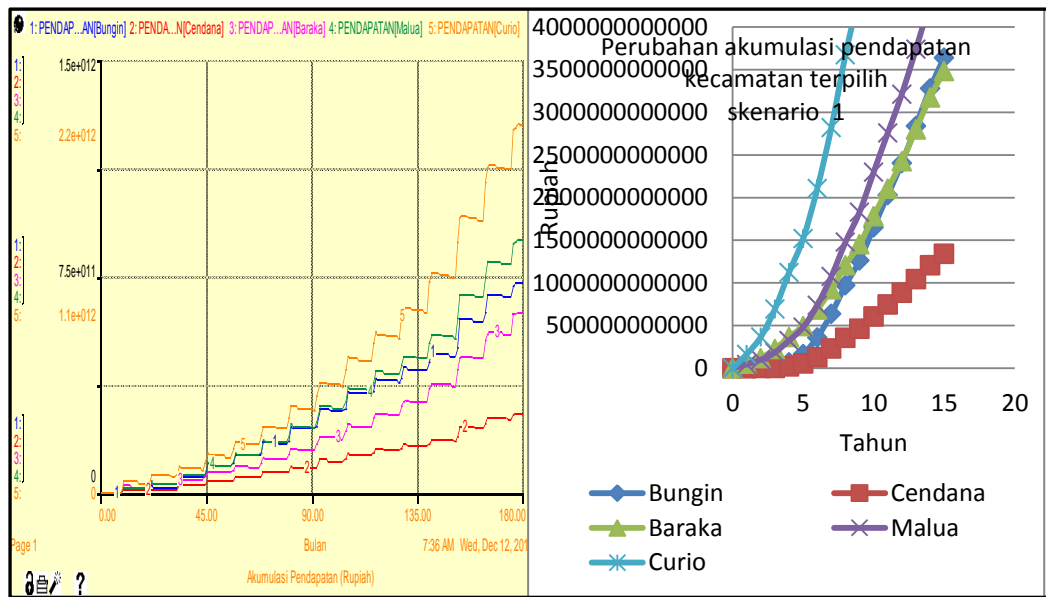
Mengacu pada gambar pertama terlihat adanya pola umum kecenderungan meningkatnya akumulasi pendapatan pada semua wilayah dengan laju peningkatan yang bervariasi. Variasi perubahan laju pendapatan sangat dipengaruhi oleh keadaan luas lahan di masing-masing wilayah kecamatan. Pola perubahan pendapatan seperti ditunjukkan dalam gambar di atas disebabkan oleh pengaruh penghasilan yang diperoleh dari hasil penjualan lada dan ternak. Karena hasil penjualan lada tergantung dari luas lahan sementara produksi ternak selain ditentukan luas lahan juga ditentukan oleh pengaruh daya dukung pakan. Oleh karena itu dinamika perubahan pendapatan sangat terkait erat dengan penerapan skenario pengembangan lahan dan pengembangan ternak.

Pengaruh penerapan skenario ditunjukkan dalam hasil simulasi model pada lima kecamatan terpilih yang dijalankan masing masing pada skenario 1, 2 dan 3. Hasil simulasi pada skenario 1 menunjukkan bahwa akumulasi pendapatan di Kecamatan Bungin , Cendana, Baraka, Malua dan Curio cenderung lebih rendah dibandingkan dengan akumulasi pendapatan yang diperoleh pada lima kecamatan tersebut dalam skenario 2. Demikian pula pada hasil simulasi skenario 3 memperlihatkan akumulasi pendapatan yang tertinggi dibanding pendapatan pada skenario sebelumnya meskipun pada ketiga skenario memperlihatkan kecenderungan meningkat dari awal hingga akhir simulasi seperti tampak pada gambar diatas (gambar 73, 74 dan 75).

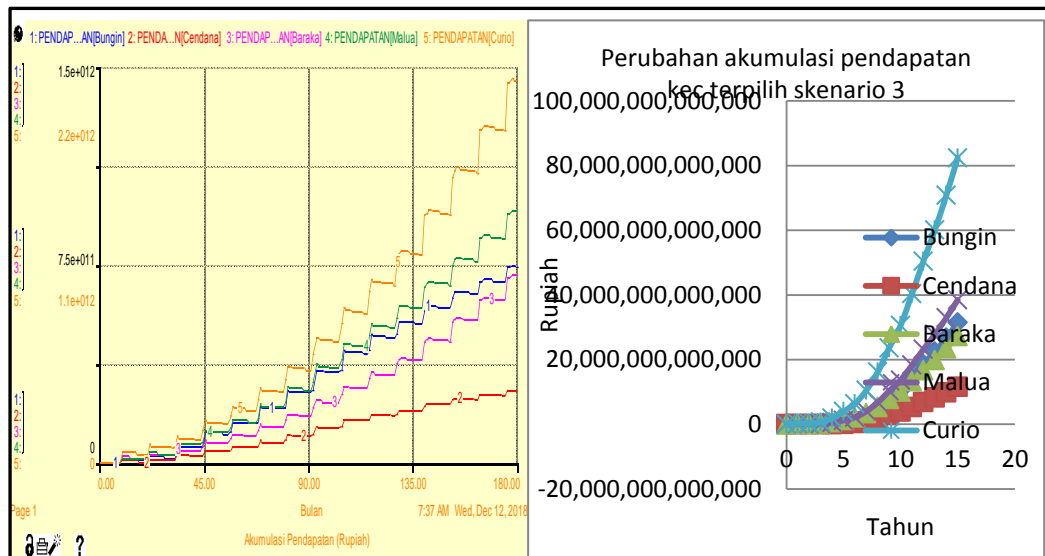
Akumulasi pendapatan pada 5 kecamatan terpilih berdasarkan skenario 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 76 Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 1 di 5 kecamatan terpilih.



Gambar 77 Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 2 di 5 kecamatan terpilih.



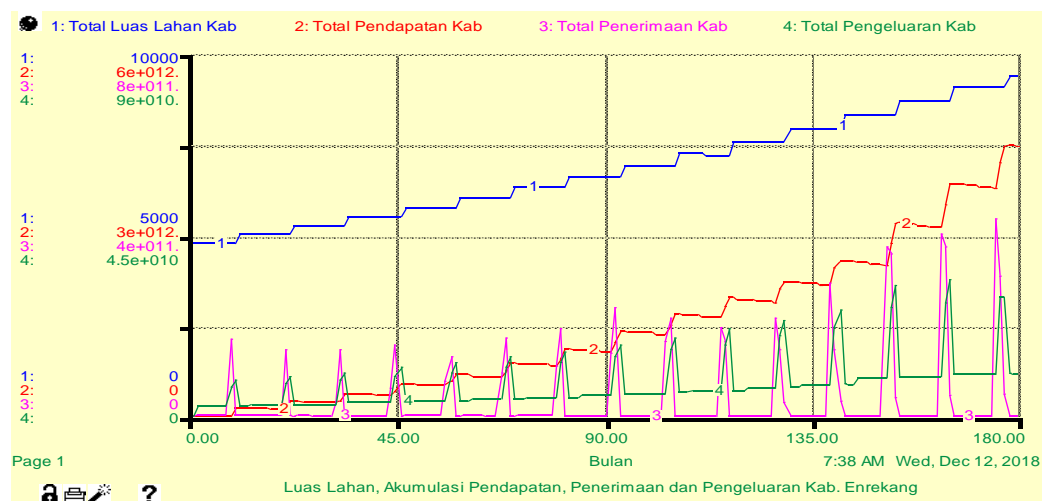
Gambar 78 Akumulasi pendapatan berdasarkan skenario 3 di 5 kecamatan terpilih.

Berdasarkan perhitungan kenaikan pendapatan dari skenario 1 ke 2 dan dari skenario 2 ke 3 didapatkan bahwa selisih pendapatan yang didapatkan di kecamatan Curio dari 1,26 T lebih pada skenario 1 menjadi

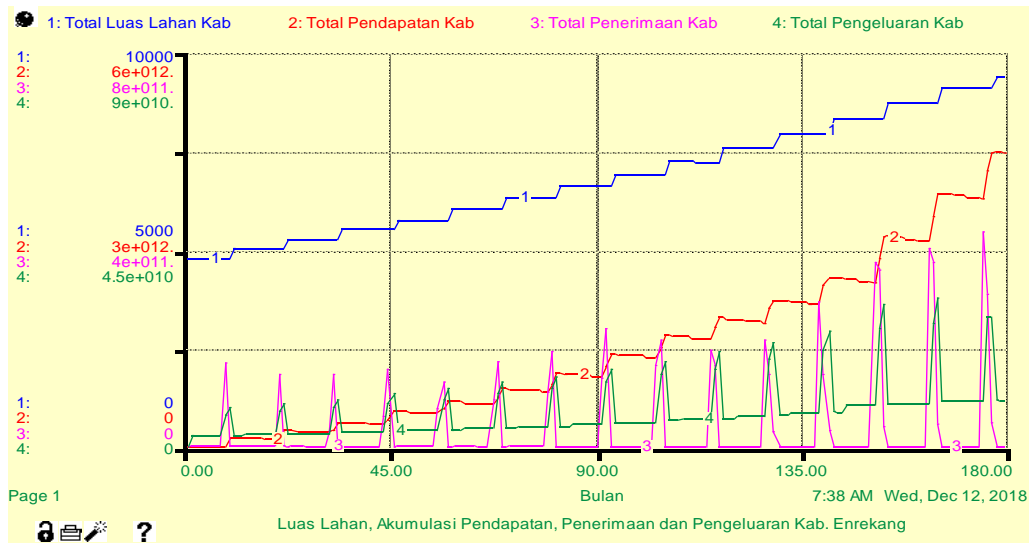
1,86 T pada skenario 2 didapatkan sekitar 600 M lebih jika dipersentasekan kenaikannya maka akumulasi pendapatan ini dari skenario 1 ke skenario 2 mencapai 48%. Akumulasi pendapatan sebesar 2,12 T naik sekitar 860 M dibandingkan dari hasil simulasi skenario 1 dengan nilai persentase kenaikan mencapai 68% sedangkan kenaikan dari skenario 2 ke skenario 3 mencapai 14% dengan nilai nominal sekitar 257 M. Variasi kenaikan pendapatan berdasarkan skenario antar kecamatan memperlihatkan kecenderungan menurunnya persentase kenaikan dengan semakin menurunnya luas lahan di suatu kecamatan, sebagai contoh di Kecamatan Cendana kenaikan akumulasi pendapatan dari skenario 1 ke 2 mencapai 30% dengan nilai nominal sekitar Rp 62 M demikian pula kenaikan pada skenario 3 dari skenario 1 di kecamatan ini naik sebesar 32% dengan nilai nominal sekitar Rp. 67 M dari nilai akumulasi pendapatan sekitar Rp. 206 M.

Kecenderungan semakin meningkatnya persentase akumulasi pendapatan dengan semakin luasnya lahan disebabkan karena efisiensi relatif penerapan skenario pengembangan lahan, pengembangan ternak dan pengolahan limbah memberikan penerimaan yang melampaui pengeluaran dalam setiap satu satuan luas. Dengan demikian maka selisih akumulasi pendapatan semakin besar dengan semakin meningkatnya luasan lahan yang diolah akibat penerapan kebijakan skenario dalam model ini.

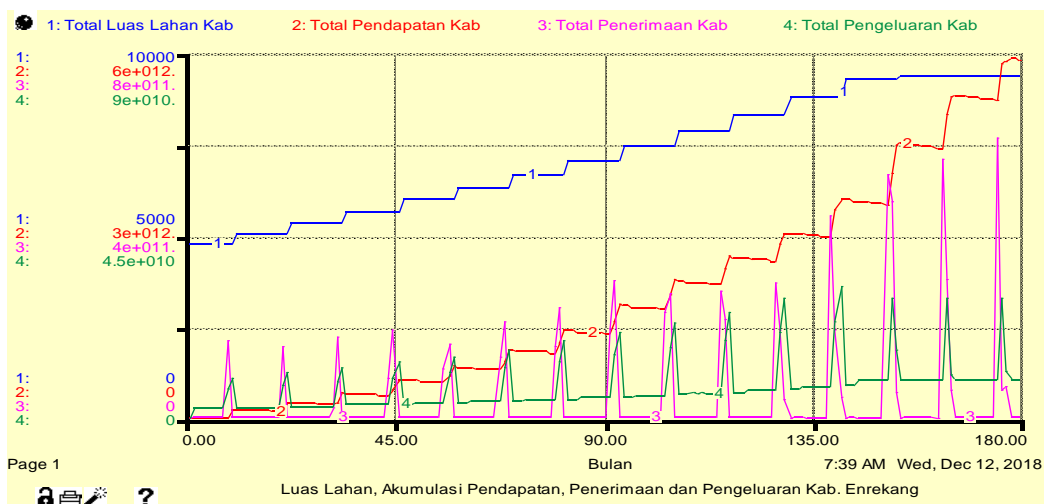
Perubahan pendapatan di tingkat kabupaten menunjukkan pola kecenderungan meningkat dari awal hingga akhir simulasi dengan laju peningkatan tertinggi pada skenario 3 disusul skenario 2 dan terendah pada skenario 1. Pola pendapatan tingkat kabupaten menunjukkan pengaruh pembukaan lahan di awal waktu simulasi hingga menjelang masa jenuh namun pada skenario 2 dan 3 bentuk grafik yang meningkat meskipun luas lahan sudah menunjukkan kurva mendatar tetapi akumulasi pendapatan terus meningkat. Hal ini disebabkan karena faktor faktor yang mempengaruhi pendapatan terutama penerimaan pada akhir waktu simulasi terakhir terus mengalami peningkatan sebagai dampak dari penerimaan yang terus meningkat namun dengan beban pengeluaran yang relatif lebih rendah seperti yang disajikan dalam gambar berikut



Gambar 79 Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 1 dan aspek aspek yang mempengaruhi .



Gambar 80 Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 2 dan aspek aspek yang mempengaruhi.



Gambar 81 Perubahan pendapatan tingkat kabupaten hasil simulasi skenario 2 dan aspek aspek yang mempengaruhi.

Berdasarkan gambar diatas terlihat rasio antara penerimaan dengan pengeluaran yang lebih besar dibandingkan dengan kedua skenario lainnya. Akibatnya adalah akumulasi pendapatan lebih besar pada skenario 3. Akumulasi pendapatan yang lebih rendah pada skenario 1 disebabkan oleh selain kurangnya penerimaan dari hasil penjualan lada

dan ternak dalam waktu yang bersamaan pengeluaran untuk pembelian pupuk kimia mencapai porsi yang tinggi hal ini disebabkan karena pada skenario 1 substitusi hara hanya diperoleh dari pupuk kandang karena belum ada produksi kompos dari limbah tanaman. Nilai rata rata akumulasi pendapatan, jumlah pendapatan dan pengeluaran per tahun pada ke 3 skenario di Kabupaten Enrekang seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 59 Nilai rata rata akumulasi pendapatan, jumlah pendapatan dan pengeluaran per tahun pada ke 3 skenario di Kabupaten Enrekang

Thn	Rata-rata Akumulasi Pendapatan (X10 ¹² Rupiah)			Total Penerimaan (X10 ⁹ Rupiah)			Total Pengeluaran (X10 ⁹ Rupiah)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1	0.040	0.040	0.040	168.4	168.5	168.5	40.8	39.6	40.8
2	0.158	0.163	0.165	146.4	156.8	167.4	45.6	44.8	47.2
3	0.270	0.289	0.306	180.2	200.0	231.6	50.7	50.6	54.4
4	0.414	0.468	0.533	220.8	280.4	362.5	56.2	56.7	61.5
5	0.573	0.688	0.818	208.5	270.5	323.9	62.1	63.1	69.1
6	0.738	0.920	1.107	266.7	347.3	427.0	68.5	70.2	77.6
7	0.948	1.214	1.478	306.0	401.9	495.3	75.8	78.0	87.3
8	1.200	1.570	1.926	376.7	497.5	618.9	83.7	86.9	98.3
9	1.492	1.982	2.450	378.1	505.8	633.0	92.5	96.9	110.7
10	1.772	2.387	2.971	363.0	494.6	626.1	101.9	106.7	123.4
11	2.037	2.779	3.470	392.2	527.9	639.9	112.8	120.9	124.5
12	2.345	3.242	4.066	472.2	680.0	811.1	124.8	134.7	121.4
13	2.787	3.917	4.755	775.0	1068.4	844.7	153.4	141.4	142.0
14	3.424	4.803	5.460	822.0	935.6	829.3	160.6	135.9	141.6
15	4.077	5.543	6.176	794.3	742.8	898.4	161.7	136.4	142.3

Sumber Data Primer setelah dioalah, 2018

Apabila rata rata akumulasi pendapatan sampai pada akhir simulasi dihitung dengan luas lahan yang digunakan pada ke 3 skenario yaitu 9.437 Ha maka diperoleh rata rata akumulasi pendapatan sebesar Rp.431,99 juta /hektar pada skenario 1 dan Rp. 587,32 juta pada skenario 2 dan Rp.654,41 juta pada skenario 3. Jika masing masing dibagi dengan lama waktu simulasi (180) maka rata rata pendapatan /ha per bulan pada skenario 1 sebesar Rp. 3,6 juta, Rp.4,9 juta pada skenario 2 dan Rp.5,45 juta pada skenario 3. Dari perhitungan tersebut maka pendapatan bersih (diluar pajak) yang didapatkan pada skenario1 sebesar Rp.43,2 juta /ha/bulan pada skenario 2 sebesar Rp. 58,7 juta dan pada skenario 3 sebesar Rp. 65,4 juta per ha/bulan. Jika asumsi setiap hektar dikelola 1 orang maka pendapatan per kapita petani lada yang terintegrasi ternak kambing disertai pengolahan limbah masing masing sebesar Rp. 43,2 juta pada skenario 1 Rp. 58, 7 juta pada skenario 2 dan Rp. 65,4 juta pada skenario 3. Nilai sebesar ini adalah nilai rata rata setelah 15 tahun dan dapat dipastikan bahwa pada tahun tahun awal tentu income perkapita tidak sebesar ini sebaliknya pada tahun tahun akhir simulasi akan jauh melampaui nilai tersebut, Jika dibandingkan dengan pendapatan perkapita Kabupaten Enrekang tahun 2017 yang hanya sebesar Rp.26,4 juta

Analisis Hasil simulasi model terkait dengan faktor penyebab akumulasi pendapatan total kabupaten yang menguraikan komponen penerimaan yang meliputi hasil penjualan lada, biomassa panen lada, hasil penjualan ternak terkait dengan populasi ternak yang dijual baik

anakan maupun dewasamenunjukkan bahwa besarnya jumlah penerimaan sampai pada tahun ke 9 pada semua skenario dimana nilai penerimaan dari hasil penjualan lada masih melampaui hasil penjualan ternak selanjutnya setelah tahun ke 10 hingga akhir tahun 15 proporsi penerimaan dari hasil penjualan ternak sudah melampaui nilai penerimaan dari hasil penjualan lada. Hasil simulasi pada skenario 1 menunjukkan bahwa hasil penjualan lada meningkat dari tahun pertama sebesar Rp.167,9 M mencapai Rp. 214,6 M pada tahun ke 9, sedangkan hasil penjualan ternak sebesar Rp. 0,1 M pada tahun ke 2 mencapai Rp.163,1 M pada tahun ke 9 dengan jumlah ternak terjual mencapai 71 ribu lebih. Pada akhir waktu simulasi yaitu pada tahun ke 15 hasil penjualan lada mencapai sekitar Rp.311 M sedangkan hasil penjualan ternak mencapai Rp.483,3 M dengan jumlah ternak terjual lebih dari 137 ribu ekor termasuk afkiran indukan yang mulai terjual pada tahun ke 11. Pada skenario 2 hasil penjualan lada meningkat dari Rp.167,9 M pada tahun pertama mencapai Rp.273,9 pada tahun ke 9 sedangkan hasil penjualan ternak dari Rp. 0,1 M pada tahun 2 meningkat sampai Rp. 231,4 M pada tahun ke 9 dengan jumlah ternak terjual mencapai 100 ribu lebih. Nilai penjualan lada pada tahun ke 15 mengalami penurunan yang cukup tajam menjadi Rp. 58,8 M pada tahun ke 15 sedangkan hasil penjualan ternak mencapai Rp.683,6 M pada tahun ke 11 dengan jumlah ternak terjual 100 ribu lebih. Pada skenario 3 hasil penjualan Rp. 167 M pada tahun 1, meningkat sampai Rp. 393 M pada tahun ke 9 sementara hasil penjualan ternak dari Rp 0,1

M menjadi RP 292,5 M dengan jumlah ternak lebih dari 172 ribu. Hasil penjualan lada menurun drastis pada tahun ke 15 sebesar Rp.23,8 M sedangkan penjualan ternak terus mengalami peningkatan hingga Rp.832 M pada tahun ke 15 dengan jumlah ternak terjual lebih dari 249 ribu ekor.

Pola perubahan penerimaan dengan komposisi pergeseran peningkatan penerimaan dari porsi lebih besar hasil penjualan lada pada tahun tahun awal simulasi yang diikuti dengan peningkatan hasil penjualan ternak dari tahun ke tahun dan bahkan jauh melampaui hasil penjualan lada pada 5 tahun terakhir. Terkait dengan hitungan dalam model dinamik ini dengan sistem pengembangan peternakan yang mengikuti daya dukung produksi gamal. Seiring dengan meningkatnya umur gamal maka produksi harian pakan ternak semakin meningkat yang menyebabkan peningkatan jumlah ternak sebaliknya lahan kebun lada sebagian dikonversi untuk kebutuhan pengembangan ternak sehingga cenderung setelah tahun ke 10 produksi lada mulai menurun.

Perubahan nilai penerimaan hasil penjualan lada dan ternak, biomassa panen lada dan besarnya populasi ternak anakan dan dewasa yang terjual sesuai hasil simulasi ke tiga skenario disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 60; Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 1.

Thn	Total Penerimaan (X10 ⁹ Rupiah)	Hasil Penjualan Lada (X10 ⁹ Rupiah)	Panen Lada (Ton)	Hasil Penjualan Ternak (X10 ⁹ Rupiah)	Pop Ternak Anakan Dijual (Ekor)	Pop Ternak Dewasa Dijual (Ekor)
1	168.407	167.911	1679.110	0.000	0	0
2	146.381	146.103	1384.858	0.125	79	0
3	180.217	147.018	1320.887	33.192	19,881	0
4	220.801	158.502	1349.827	62.243	35,338	0
5	208.464	131.147	1058.644	77.161	41,524	0
6	266.721	172.436	1319.365	94.238	48,070	0
7	305.972	193.068	1400.216	112.847	54,561	0
8	376.684	238.494	1639.497	138.189	63,331	0
9	378.131	214.621	1398.465	163.511	71,029	0
10	363.012	166.549	1028.658	196.463	80,894	0
11	392.221	147.475	863.365	244.745	84,705	7,211
12	472.188	145.224	805.862	326.965	109,343	7,743
13	774.966	359.457	1698.685	415.509	118,364	8,360
14	821.988	374.467	1769.616	447.521	127,329	9,107
15	794.296	311.034	1469.853	483.261	137,412	9,892

Sumber data primer setelah dioalh 2018

Tabel 61; Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 2.

Thn	Total Penerimaan (X10 ⁹ Rupiah)	Hasil Penjualan Lada (X10 ⁹ Rupiah)	Panen Lada (Ton)	Hasil Penjualan Ternak (X10 ⁹ Rupiah)	Pop Ternak Anakan Dijual (Ekor)	Pop Ternak Dewasa Dijual (Ekor)
1	168.459	167.911	1679.110	0.000	0	0
2	156.785	156.293	1481.452	0.125	79	0
3	199.978	177.285	1592.826	22.287	13,349	0
4	280.364	192.961	1643.280	86.654	49,197	0
5	270.515	161.184	1301.107	108.567	58,425	0
6	347.296	213.953	1637.029	132.732	67,705	0
7	401.898	241.840	1753.934	159.430	77,084	0
8	497.540	301.597	2073.289	195.422	89,560	0
9	505.767	273.998	1785.370	231.402	100,521	0
10	494.552	215.472	1330.816	278.534	114,687	0
11	527.948	190.956	1117.914	336.529	115,610	10,489
12	680.003	191.645	1063.460	488.348	164,196	10,976
13	1068.387	476.682	2252.652	591.593	168,662	11,811
14	935.639	305.146	1442.028	630.140	179,162	12,908
15	742.788	58.431	276.129	683.577	194,292	14,044

Sumber Data primer setelah di olah 2018.

Tabel 60; Perubahan total nilai penerimaan hasil simulai skenario 3.

Tahun	Total Penerimaan (X10 ⁹ Rupiah)	Hasil Penjualan Lada (X10 ⁹ Rupiah)	Panen Lada (Ton)	Hasil Penjualan Ternak ((X10 ⁹ Rupiah))	Pop Ternak Anak-anak Dijial (Ekor)	Ternak Dewasa Dijial (Ekor)
1	168.520	167.911	1679.110	0.000	0	0
2	167.409	166.484	1578.046	0.125	79	0
3	231.593	207.841	1867.351	22.786	13,648	0
4	362.548	228.359	1944.739	133.099	75,566	0
5	323.861	192.559	1554.368	130.344	70,144	0
6	427.042	258.017	1974.177	168.200	85,797	0
7	495.321	294.406	2135.164	200.100	96,748	0
8	618.859	370.627	2547.825	247.633	113,488	0
9	632.961	339.896	2214.761	292.547	127,082	0
10	626.066	270.831	1672.731	354.628	146,019	0
11	639.881	240.216	1406.296	399.070	134,765	13,991
12	811.134	106.512	591.046	704.387	240,393	13,459
13	844.664	141.405	668.236	702.295	198,819	14,958
14	829.287	30.565	144.441	797.329	226,681	16,343
15	898.414	23.834	112.631	872.629	248,446	17,648

Sumber data primer setelah diolah, 2018.

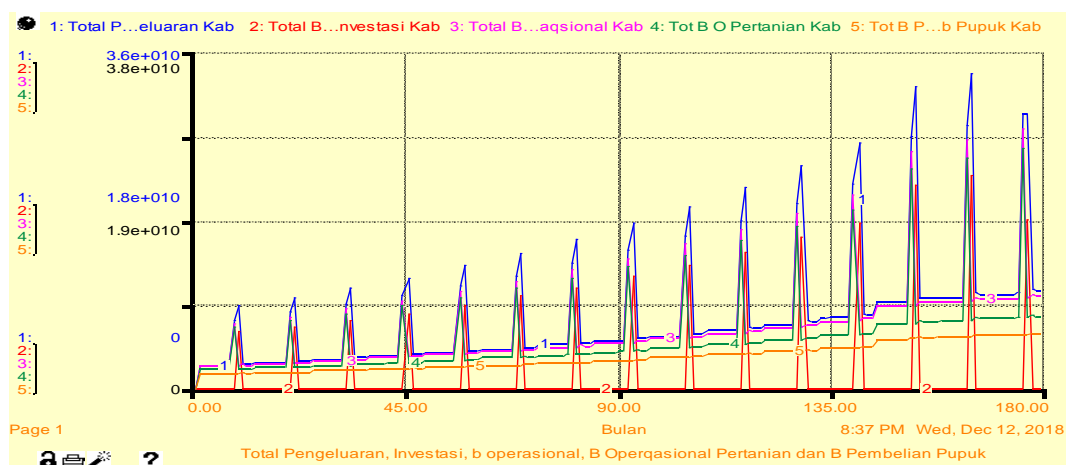
Analisis jumlah pengeluaran hasil simulasi model untuk menghitung total biaya investasi dan biaya operasional dan pemecahan total biaya investasi dan operasional yang dihitung berdasarkan sektor pertanian, peternakan dan pengolahan limbah . Hasil simulasi model menunjukkan bahwa fraksi terbesar pengeluaran bersumber dari biaya operasional yang nilainya mencapai antara 84,5% sampai 88,1 % dengan rata rata 85% dari total biaya pada skenario1, pada skenario 2 proporsi biaya operasional terhadap total biaya pengeluaran 98,9% dengan rata rata 84,5% sedangkan pada skenario 3 nilainya berkisar 78,3% sampai 98,9% dengan rata rata 85,2%. Total jumlah pengeluaran pada skenario 1 meningkat dari Rp. 40,8 M pada tahun 1 sampai Rp. 161,7 M pada tahun ke 15 sedangkan pada skenario 2 pengeluaran pada tahun 1 lebih rendah

yaitu Rp. 39,6 M dan hanya Rp. 136, 4 M pada tahun ke 15. Total pengeluaran pada skenario 3 menunjukkan nilai lebih besar dari nilai pada skenario 3 dengan peningkatan sebesar Rp. 142 , 3 M pada tahun ke 3. Perubahan total pengeluaran , total biaya investasi dan biaya operasional berdasarkan ke 3 skenario disajikan dalam Lampiran 4.

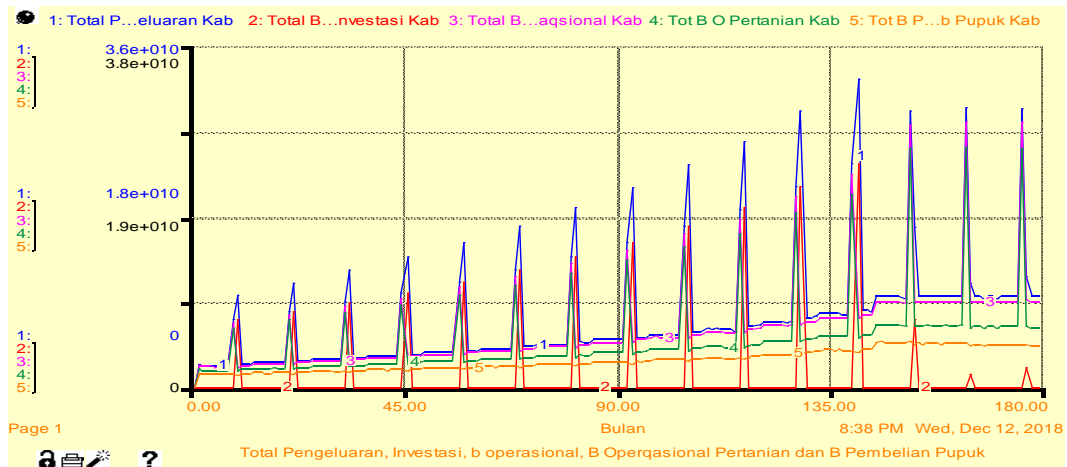
Berdasarkan hasil simulasi besaran biaya investasi pertanian lebih tinggi dibandingkan dengan biaya investasi sektor peternakan sedangkan investasi untuk pengolahan limbah nilainya jauh lebih kecil dari sektor lainnya baik pada skenario 1, skenario 2 maupun skenario 3. Biaya operasional pertanian memiliki porsi terbesar dibandingkan dengan biaya operasional pada sektor peternakan dan pengolahan limbah. Tingginya biaya operasional pertanian terutama disumbangkan dari besarnya pengeluaran untuk pembelian pupuk kimia untuk memenuhi kebutuhan hara. Hasil simulasi pada sekario 1 menunjukkan bahwa pada tahun terakhir biaya operaisonal pertanian mencapai Rp 115,2 M menurun pada skenario 2 menjadi Rp. 100,2 M dan pada skenario 3 mengalami kenaikan menjadi Rp. 103, 6 M. Lebih rendahnya biaya operasioanal pertanian pada skenario 2 dibandingkan dengan skenario 1 disebabkan dari rendahnya pengeluaran untuk pembelian pupuk kimia karena pada skenario 2 hasil produksi kompos paling tinggi meskipun dengan skenario pengolahan limbah hanya 50 % dari limbah tanaman gamal dan kulit lada. Dengan demikian nilai sumbangan kandungan haranya untuk mensubstitusi hara kimia jauh lebih besar dibandingkan skenario 1 yang

tanpa hasil pengolahan kompos dengan jumlah feses yang lebih sedikit. Dengan demikian maka biaya pembelian pupuk kimia menjadi menurun karena substitusi yang lebih besar dari kompos dan pupuk kandang.

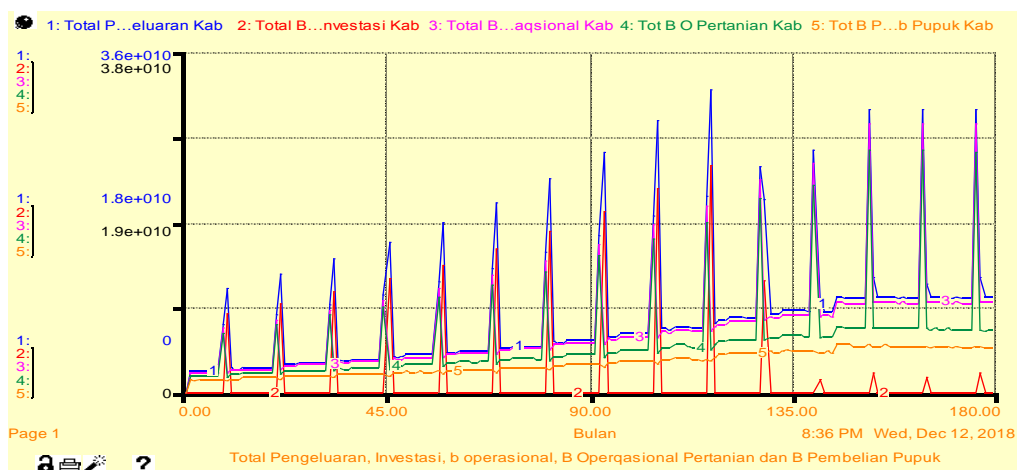
Pengeluaran biaya pembelian pupuk kimia pada skenario 3 sebesar Rp. 103,6 M lebih tinggi dibanding pada skenario 2 yang hanya sebesar Rp 100,2 M. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya produksi kompos dan pupuk kandang yang dihasilkan menyebabkan kemampuan substitusi haranya lebih sedikit. Hal ini menggambarkan meskipun kebijakan penerapan skenario pengolahan limbah 100% pada skenario 3, tetapi pada waktu yang sama pengembangan ternak memanfaatkan 100% potensi pakan sisa lebih sedikit sehingga hasil pengomposan lebih rendah dibandingkan dengan produksi kompos pada skenario 2. Perubahan total pengeluaran, biaya investasi, biaya operasional, biaya operasional pertanian dan biaya pembelian pupuk ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 82 Perubahan total pengeluaran, biaya investasi, biaya operasional, biaya operasional pertanian dan biaya pembelian pupuk berdasarkan skenario 1.



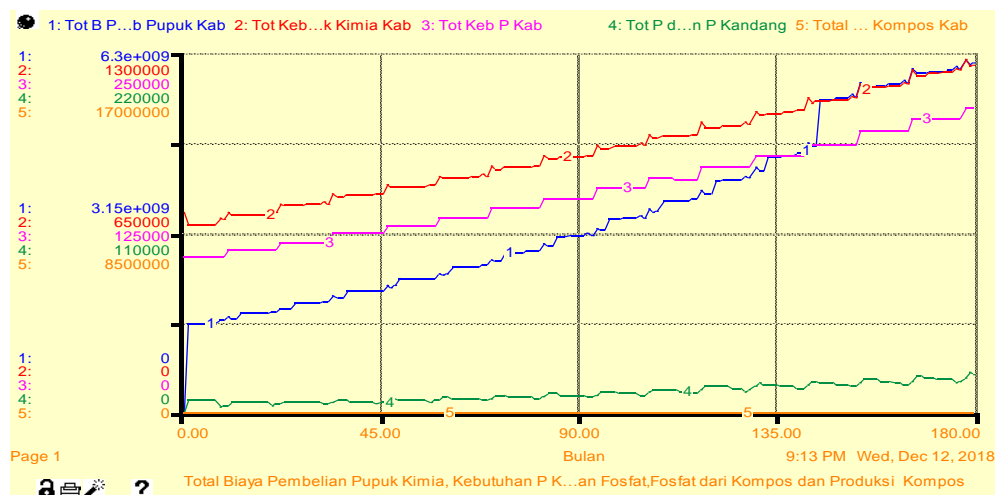
Gambar 83 Perubahan total pengeluaran , biaya investasi , biaya operasional , biaya operasioal pertanian dan biaya pembelian pupuk berdasarkan skenario 2



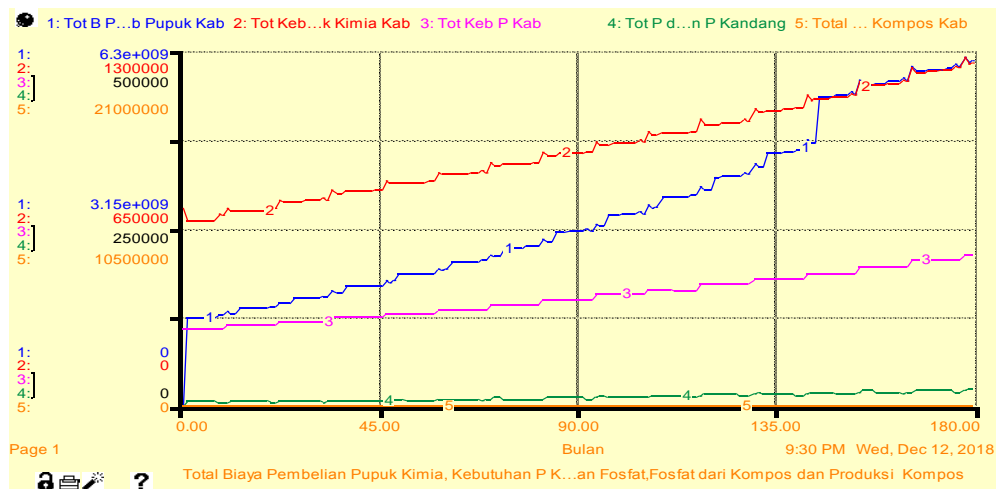
Gambar 84 Perubahan pengeluaran , biaya investasi , biaya operasional , biaya operasioal pertanian dan biaya pembelian pupuk total kabupaten berdasarkan skenario 3

Perubahan biaya pembelian pupuk kimia ditentukan oleh besaran substitusi unsur hara yang diperoleh dari produksi kompos dan pupuk kandang berdasarkan perbedaan kebutuhan hara terutama posfat (karena selis tertinggi kandungan hara antara pipuk kimia dengan kompos dan pupuk kandang adalah unsur fospat). Penerapan skenario kebijakan pengembangan lahan dengan laju penambahan sebesar 7% pertahun

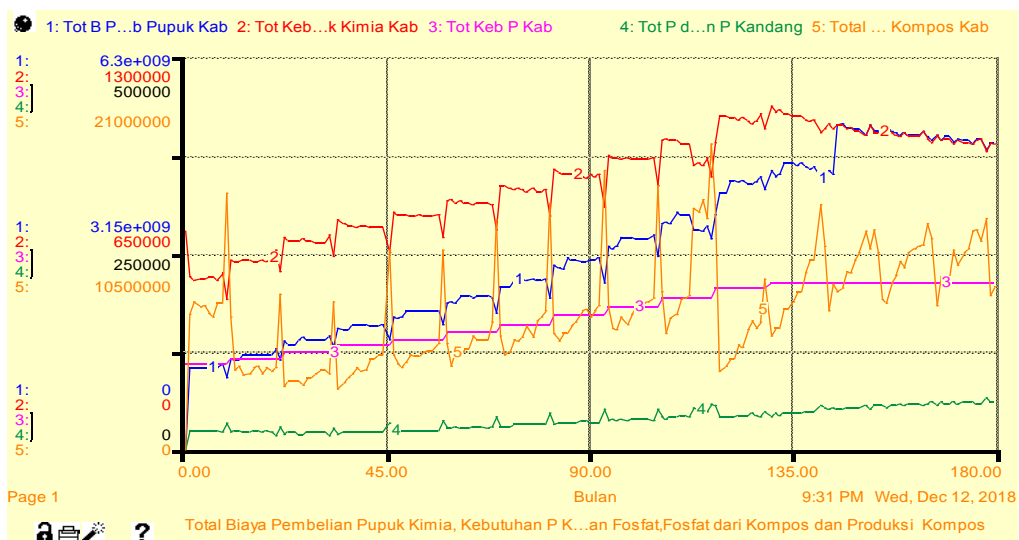
pada skenario 3 menyebabkan peningkatan kebutuhan hara lebih besar dari kebutuhan hara pada skenario 1 dan 2. Secara umum penerapan skenario penambahan jumlah ternak dengan memanfaatkan 100% daya dukung pakan menyebabkan bahan baku pengolahan kompos dari sisa pakan menjadi menurun dibanding skenario 2 dengan penambahan ternak lebih sedikit yang hanya memanfaatkan 50% dari daya dukung pakan. Peningkatan biaya pembelian pupuk kimia diikuti dengan peningkatan penerimaan dari hasil penjualan ternak yang juga lebih tinggi. Sebaliknya pengurangan luas lahan lada akibat konversi lahan untuk ternak menyebabkan total pendapatan dan penerimaan lebih tinggi dari skenario 3. Hubungan antara total biaya pembelian pupuk dengan nilai substitusi dari pupuk kandang dan pengolahan kompos pada masing masing skenario ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 85 Total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 1.



Gambar 86 Total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 2..



Gambar 87 total biaya pembelian pupuk kimia dan nilai substitusi kandungan P dari pupuk kandang dan kompos berdasarkan skenario 3.

Nilai pengolahan limbah dalam model ini pada skenario 3 memperlihatkan hasil yang lebih bagus dengan pemanfaatan limbah 100% lebih memungkinkan untuk mewujudkan pertanian zero waste. Meskipun model ini memiliki keterbatasan karena tidak mengkaji lebih detail pengaruh hara terhadap produksi lada akibat daya dukung lahan

termasuk umur pakai lahan dengan pemberian pupuk dengan dosis yang tetap selama waktu simulasi.

Apabila konsep penurunan produksi lada dan pengurangan umur pakai lahan yang menurun dengan pemberian dosis pupuk yang tetap maka meskipun pendapatan menurun pada 3 skenario, penurunan itu jauh lebih besar pada skenario 1 tanpa produksi kompos dan hanya mengandalkan pupuk kimia dan feses ternak. Pernyataan ini didasarkan pada beberapa hasil penelitian yang menunjukkan adanya perbaikan sifat dan struktur tanah dengan pemberian kompos dan pupuk kandang jika dibandingkan dengan lahan yang secara terus menerus menggunakan pupuk kimia. Hal ini sejalan dengan pendapat Souri (2011) yang mengatakan pemanfaatan pupuk organik selain membantu proses dekomposisi juga membantu memperbaiki sifat kimia tanah terutama peningkatan kapasitas tukar kation sehingga hara mudah diserap tanaman dan mencegah hilangnya hara dari dalam tanah akibat proses pencucian dari air hujan dan irigasi. Selain itu Arafah dan Sirappa (2003) melaporkan bahwa penggunaan bahan organik seperti pupuk kandang dan kompos dapat meningkatkan produktivitas tanah dan efisiensi pemupukan. Sebagai keterbatasan dalam model ini disadari bahwa meskipun ada peluang perubahan pendapatan khususnya dari produksi lada namun penurunan itu akan sesuai dengan penerapan skenario pemanfaatan penambahan lahan, pemanfaatan potensi daya dukung pakan dan pengolahan limbah. Sesuai hasil analisis model bahwa hasil

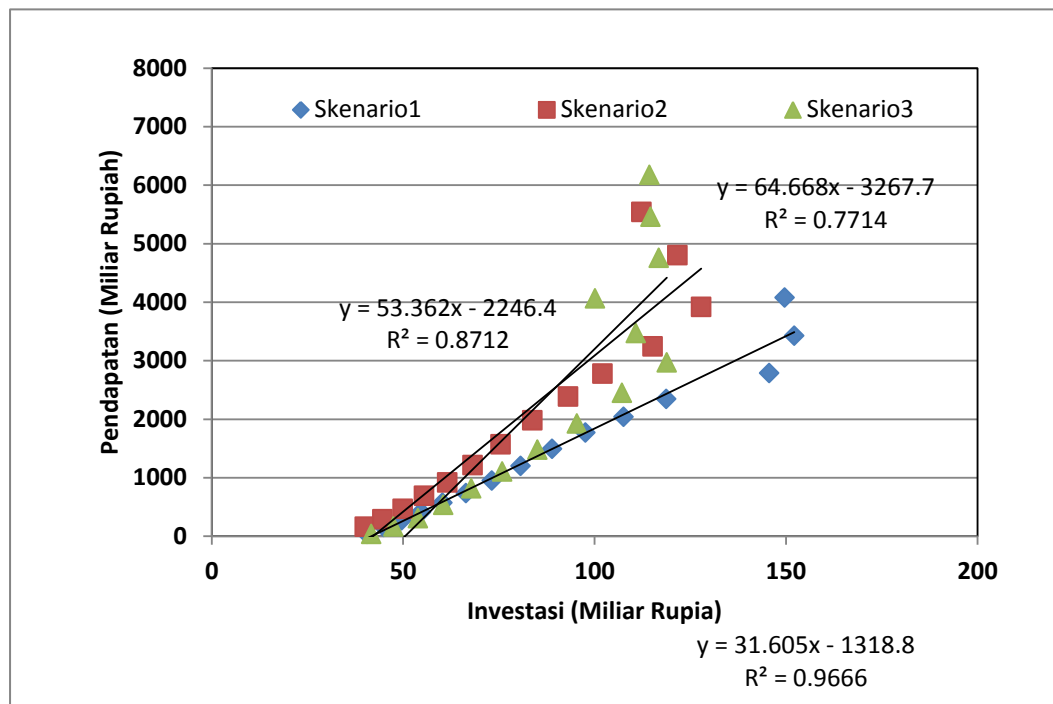
terbaik diberikan pada kombinasi penambahan lahan 7%, pemanfaatan daya dukung pakan 100% dan pengolahan limbah 100%.

Secara umum analisis hasil simulasi terhadap dampak pengeluaran pada pendapatan maka hasil simulasi model pada 3 skenario menunjukkan kecenderungan efisiensi penggunaan biaya baik pengeluaran secara keseluruhan maupun hanya pada investasi efektivitasnya jauh lebih besar setelah fase jenuh luas lahan yang dikelola yaitu setelah tahun ke 13 pada skenario 2 dan setelah tahun ke 11 pada skenario 3 pada periode itu efisiensi penggunaan biaya secara keseluruhan maupun investasi jauh lebih efektif dimana dengan nilai pengeluaran yang tetap atau bahkan menurun dapat memberikan dampak peningkatan pendapatan yang cukup besar.

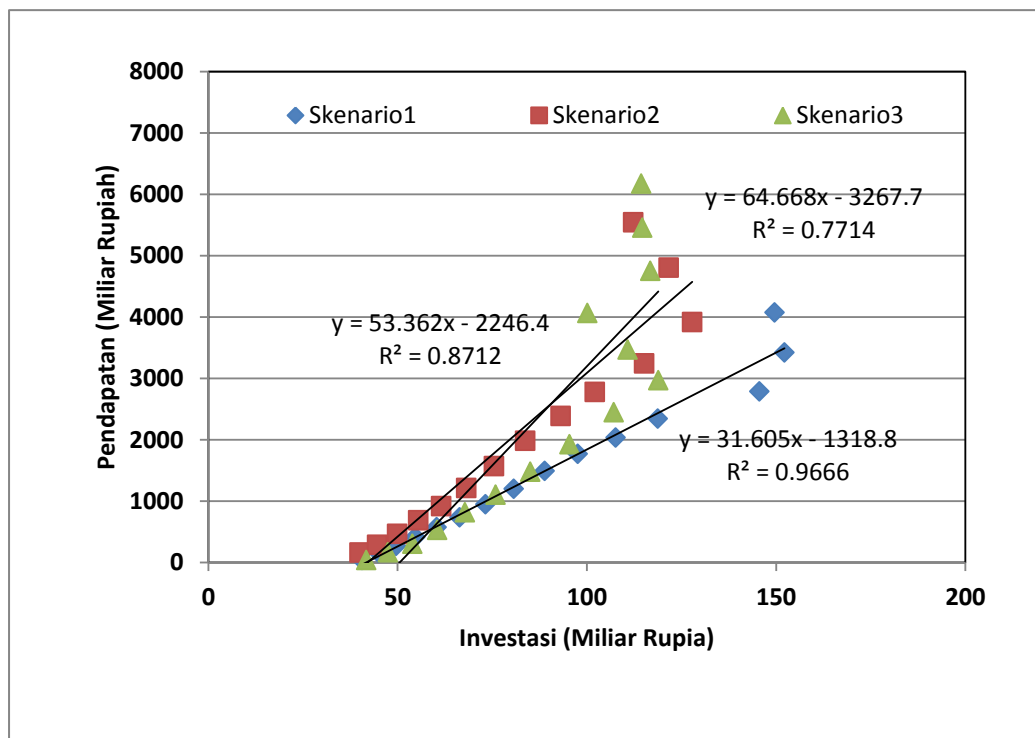
Jika hubungan linier antara pengeluaran secara keseluruhan dan biaya investasi dengan pendapatan selama 15 tahun diperoleh adanya pola peningkatan nilai pendapatan yang berbeda pada setiap peningkatan satu satuan biaya pada semua skenario. Hasil regresi antara pendapatan dengan total pengeluaran menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan total pengeluaran maka terjadi peningkatan pendapatan sebesar 29,26 satu satuan pendapatan pada skenario 1, 45,22 satu satuan pendapatan pada skenario 2 dan 53,46 satuan pendapatan pada skenario 3. Dengan nilai ini dapat dimaknai bahwa kenaikan pendapatan yang diperoleh dari satu satuan total biaya pengeluaran hampir dua kali lipat kenaikan pendapatan yang diperoleh dari skenario 3 dibandingkan

skenario 1, hasil ini dapat dilihat dari kemiringan (slope) garis regresi yang ditunjukkan dalam gambar 86.

Jika analisis yang sama dilakukan terhadap biaya investasi dari ke tiga sektor maka hasil regresi menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan biaya investasi maka didapatkan kenaikan pendapatan sebesar 31,6 pada skenario 1, 53,6 pada skenario 2 dan 64,68 pada skenario 3. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pengeluaran biaya investasi sebesar Rp 1 M maka akan menyebabkan kenaikan pendapatan sebesar Rp 31,6 M pada skenario 1, Rp.53,36 M pada skenario 2 dan Rp 64,66 M pada skenario 3 seperti ditunjukkan pada gambar 67.



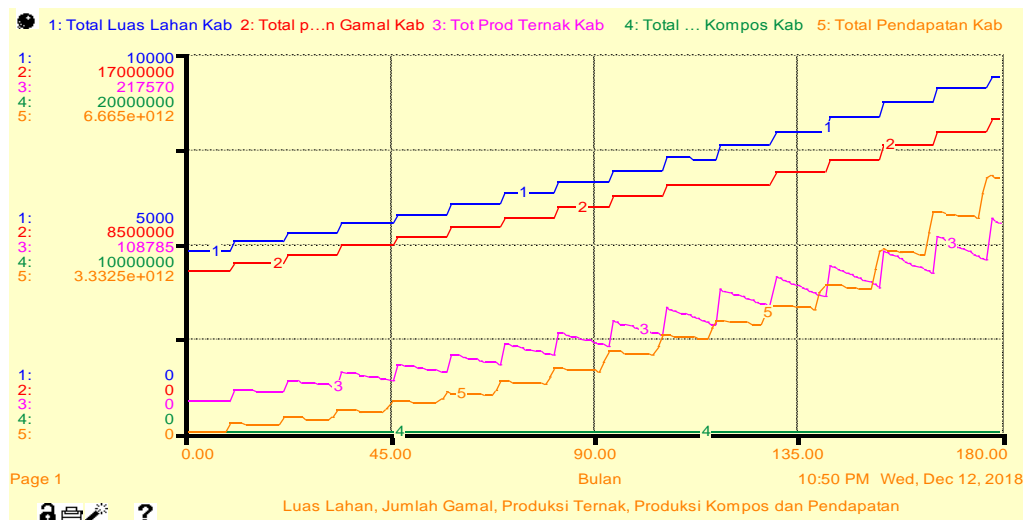
Gambar 87 Hubungan antara pendapatan (y) dengan total pengeluaran (x) berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1, 2 dan 3



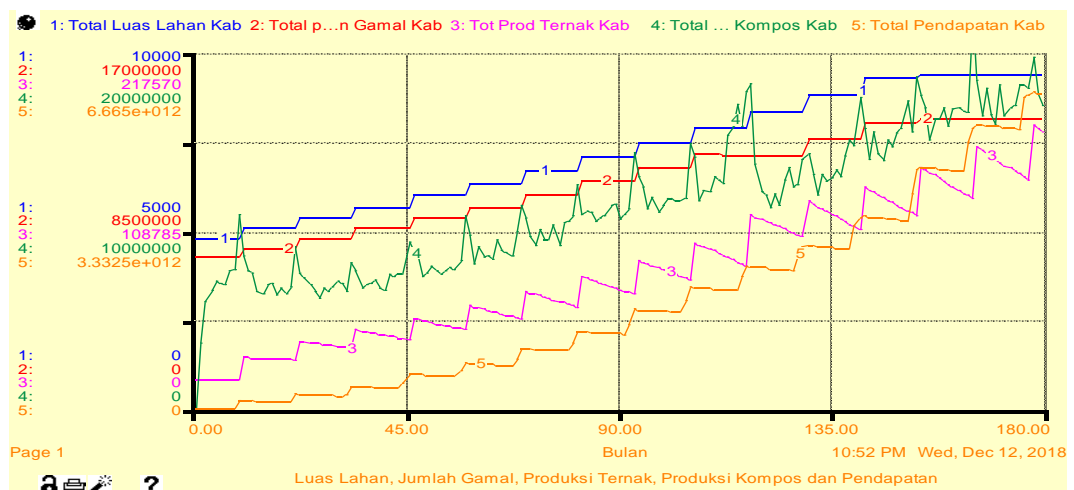
Gambar 88 Hubungan antara pendapatan (y) dengan investasi (x) berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1, 2 dan 3.

Pada prinsipnya terdapat keterkaitan pengaruh antar setiap sub model dalam model sistem dinamik ini. Pendapatan dalam sub model ekonomi dipengaruhi skenario pengembangan lahan, produksi ternak dan pengolahan limbah. Skenario perubahan lahan berdampak pada jumlah gamal dan produksi lada pada sub model pertanian yang juga akan memberikan dampak lanjut terhadap pengembangan sistem ternak dan pengolahan limbah. Skenario pengembangan ternak sangat dipengaruhi oleh daya dukung pakan. Besaran populasi ternak berpengaruh sisa limbah dan jumlah feses pada sub model pengolahan limbah. Volume limbah yang akan diolah menjadi kompos dan pupuk kandang

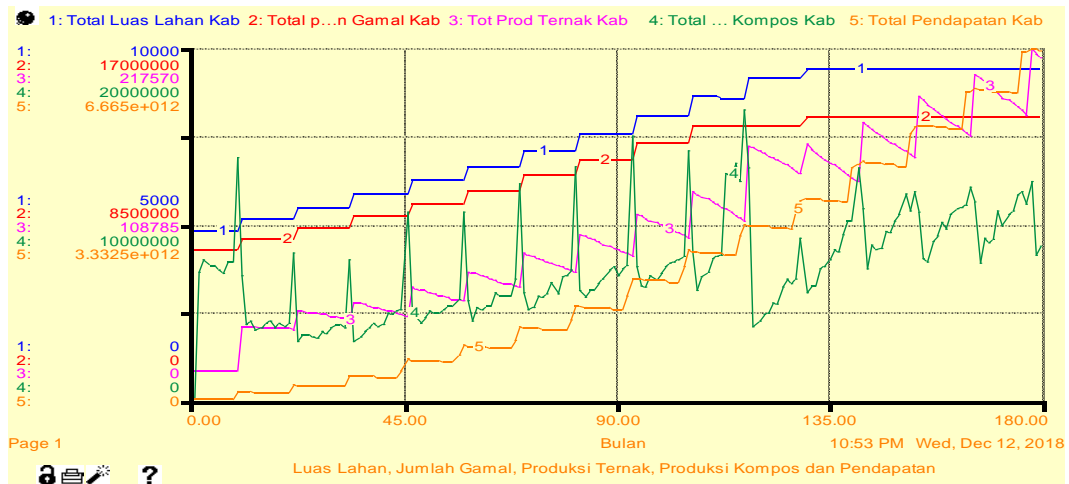
dipengaruhi dari sisa produksi gamal yang tidak dimanfaatkan oleh ternak dan volume feses yang dihasilkan oleh ternak. Pengaruh ketiga sub model ini terhadap besaran nilai pendapatan, pengeluaran disajikan dalam garafik beikut ini.



Gambar 89 Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak, produksi kompos dan pendapatan pada skenario 1.



Gambar 90 Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak, produksi kompos dan pendapatan pada skenario 2.



Gambar 91 Dinamika perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak, produksi kompos dan pendapatan pada skenario 3.

Perbedaan profil grafik perubahan luas lahan, jumlah pohon gamal, produksi ternak, produksi kompos dan akumulasi pendapatan pada gambar di atas dapat dijadikan sebagai bahan untuk merumuskan strategi dan perencanaan pengembangan sistem pertanian teintegrasi di Kabupaten Enrekang. Besarnya pendapatan dengan laju pembukaan lahan yang lebih cepat menunjukkan bahwa perencanaan pengembangan lahan sisa yang ada di Kabupaten Enrekang akan memberikan peningkatan pendapatan yang besar dengan lebih cepat membuka sisa lahan potensi pengembangan lada yang ada di setiap kecamatan yang yang besar.

Kecenderungan perubahan harga khususnya dalam perkembangan terakhir antara komoditi lada dan ternak kambing memeberikan alternatif solusi dapat dirumuskan dengan manajemen pemanfaatan lahan yang berimbang yang memberikan keuntungan maksimum, implementasi langka

ini dapat ditempuh dengan meningkatkan porsi penggunaan lahan untuk komoditi yang lebih tinggi nilai ekonominya. Argumentasi ini didasari atas pertimbangan bahwa model ini mengasumsikan harga dan persentase kenaikannya tidak mengalami fluktuasi yang besar sementara dalam faktanya tiga tahun terakhir perubahan harga lada mengalami peningkatan yang tajam. Artinya jika sesuatu hal terjadi misalnya dengan penurunan harga lada yang menyolok maka alternatif strategi kebijakannya adalah mengintensifkan pengembangan peternakan sebaliknya jika terjadi peningkatan harga lada maka laju pengembangan ternak dapat diperlambat untuk mengurangi konversi lahan lada.

Sesuai kondisi riil di lapangan dan keterbatasan dalam model ini khususnya dalam pengembangan sistem peternakan yang memanfaatkan bakalan indukan peranakan etawa (PE) yang di datamngkan dari luar, kemungkinan besar tidak semua petani memiliki kemampuan untuk investasi pembelian bakalan indukan. Oleh karena itu apabila model ini diterapkan maka dapat dipastikan bahwa ada perubahan terhadap hasil estimasi model, namun besarnya perubahan itu dapat dikoreksi dengan mengetahui karakter kelebihan dan kekurangan antara kedua spesies yaitu peranakan etawa dan kambing lokal.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis SWOT didapatkan faktor kekuatan antara lain potensi Lahan dan potensi limbah yang memadai, faktor kelemahan antara lain terbatasnya bakalan ternak unggul di lokasi serta minimnya sarana dan prasarana, faktor peluang antara lain peluang pasar dan keberadaan bantuan/program pemerintah yang mendukung sistem integrasi dan faktor ancaman berupa keadaan iklim yang kurang mendukung serta tingginya serangan penyakit busuk pangkal batang lada, penyakit lumpuh dan gondok pada ternak kambing.
2. Berdasarkan hasil analisis strategi didapatkan pilihan strategi pada kuadran I menggambarkan strategi SO yaitu pertumbuhan agresif (growth oriented strategy) dengan mengoptimalkan kekuatan yang dimiliki dalam memanfaatkan peluang pengembangan. Strategi pengembangan antara lain mengadakan pelatihan teknis pengolahan limbah bagi kelompok tani/peternak secara berkala, mengoptimalkan pemanfaatan sisa lahan potensial, membuat kawasan percontohan dan pusat pelatihan desa organik berbasis sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing serta menata ulang sistem pemberian bantuan kepada kelompok tani/peternak.
3. Skenario pemodelan yang memberikan kontribusi hara NPK optimum yaitu pada skenario 3 dengan nilai kontribusi hara P sebesar 18,6 ton, Hara K sebesar 188 Ton dan hara N sebesar 227 Ton. Kombinasi skenario pengolahan limbah optimum yaitu pada

skenario 3 dengan sisa limbah pakan yang semakin menurun dari sisa pakan awal sebesar 308 ton menjadi 219 ton. Kombinasi skenario dengan keuntungan ekonomi optimum adalah pada skenario 3 yang dapat memberikan penghasilan Rp. 5.450.000,00 /ha/bulan dibanding dengan skenario 2 dengan pendapatan Rp. 4,900.000,00 dan skenario 1 dengan pendapatan Rp. 3.600.000,00.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka disarankan:

1. Model pertanian integrasi lada, gamal dan ternak kambing sistem zero waste direkomendasikan untuk diterapkan pada sistem perkebunan lada karena dapat memberikan hasil pertumbuhan dan produksi tanaman berkelanjutan dengan hasil optimum.
2. Pilihan skenario 3 yang disebut skenario optimis yaitu kombinasi penambahan lahan sebesar 7% setiap tahun, penambahan ternak dengan memanfaatkan daya dukung pakan 100% dan pengolahan limbah 100% merupakan alternatif pilihan untuk digunakan pada sistem integrasi lada, gamal dan ternak kambing.
3. Disarankan untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut mengenai efisiensi pengadaan bakalan induk dan pejantan dari hasil breeding karena pemasukan bakalan dalam kajian model ini hanya mempertimbangkan faktor kendala ketersediaan bakalan induk dan pejantan unggul di lokasi penelitian sehingga pengaruh nilai *natural increasi* (NI) dan *net replacement rate* (NRR) tidak diperhitungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angela, B. S., and George W, S. 2006 “ Sistem Dinamicc Tool: Tutorial Stella Versi 9.0.2, Pengantar Ilmu Komputasi, Permodelan dan Simulasi Untuk Ilmu Pengetahuan, Princeton University Press.
- Astuti, M., Bell, M., Sitorus, P and Bradford, G, E. 1984. The Impact of Altitude on Sheep and Goat Production. Working Paper 30. Small Ruminant Collaborative Research Support Program, Bogor, Indonesia.
- Atabany A. 2001. Studi Kasus Produktivitas Kambing PE pada Peternakan Kambing Perah Barokah dan PT. Taurus Dairy Farm. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Atekan dan Surahman, A. 2004. Peranan Bahan Organik asal Daun Gamal (*Glicerida sepium*) sebagai Amelioran Aluminium pada Tanah Altisol, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Nusa Tenggara Barat.
- Avizal, R. W. Hanolo dan H. Thalib. 1991. Pengelolaan Gulma di Perkebunan Lada. Prosiding Seminar Sehari Penanggulangan Masalah Lada di Lampung Kerjasama UNILA, dengan PERAGI, AELI dan DISBUN Tkt 1 Lampung hal. 129-138
- Awaluddin, R, and Othman, H. 2004. The Technical Economics and Marketing Aspect of Goat Integration With Oil Palm. Malaysian Falm Oil Board, Ministry of Plantation Industries and Commodities Malaysia, pp. 49-54.
- Baharuddin. 2011. Konsep *Zero Waste*. Penerbit. Megacotama. Bandung
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2014. Sensus Pertanian 2013
- Bulo, D., Z. Sannang, H. Agus, A.N Kairupan, Femmi N.F dan A. Lasenggo. 2002. Penelitian Adaptif Pemeliharaan Kambing, Sistem Terkurung dengan Introduksi Lamtoro dan Gamal. Makalah Seminar Hasil Penelitian. BPTPH Sulteng. TA. 2001. Palu 2 Maret 2002

- Burbey, D. A. Sahar dan Z. Zaini. 1988. Tanggap Tanaman Kedelai terhadap Pemberian Fospat dan Pupuk Kandang pada Berbagai Takaran Kapur. Pemberitahuan Penelitian Sukarni. 13. 30-35
- Cakra, I. G. L. O dan Siti, N, W. 2008. Koefisien Cerna Bahan Kering dan Nutrien Ransum Kambing Peranakan Etawa yang diberi Hijauan dengan Suplementasi Konsentrat Molamik. Majalah Ilmiah Peternakan. Volume 11 Nomor 1 Tahun 2008.
- Cakra, I. G. L. O., Duarsa, M. A. P. dan Putra, S. 2014. Kecernaan bahan Kering dan Nutrien Ransum pada Kambing Peranakan Etawa yang diberi Hijauan Beragam dengan Aras Konsentrat “ Molmik” Berbeda. Majalah Ilmiah Peternakan. Volume 17. Nomor 1 Tahun 2014.
- Charry, J., J. M. Humbert and J. Levif. 1992. Manual of Sheep Production in the Humid Tropics of Africa CAB. International. Applied Animal Nutrition, Feed and Feeding, Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey, USA.
- Cheeke, P.R. 1991. Applied Animal Nutrition. Feed and Feeding. Second edition. Prentice-Hall Inc. Upper saddle River, New Jersey, USA.
- Cook, R.L. 1962. Soil Management For Conservation and Production. John Wiley & Sons. Inc. NY
- Coyle, G. 1998. The Practice of Dinamika Sistem, dalam Dinamika Sistem Review, Vol. 14. No.4., h 343 – 365.
- Daning, A. et al., 2008. Evaluasi Produksi dan Kualitas Nutrisi pada Bagian Daun dan Kulit Kayu *Calliandra callottirsus* dan *Gliricidia sepium*. Sains Peternakan Vol. 16 (1) Maret 2018: 7-11.
- Darmosarko, W dan E. S. Sutarta. 1991. Pengaruh Pemupukan pada Berbagai Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Lada. Pemberitaan Tanaman Industri No. 2. 119 hal.
- Das, V, R Rao and N. Malakondalah. 1976. Phytochemical Activities of Chloroplast From Plants With and Without Bundle Sheath in Leaves, Turrialba. 26 (I): 14-17.
- Das, A. 2013. Integrated Farming : An Approach to Boost up Family Farming, LEISA India Vol. 15 (4)

- Devendra. C. 1979. A Model for The Integration of Goat With Cropping Systems in the Asian Region. Proc. Integration of Animals Whit Plantation Crops. Pulau Pinang, Malaysia, PP. 84 – 97.
- Dhalimi, A., M. Syakir dan A. Wahyudi 1996. Pola Tanam Lada. *Dalam Monograf*. Tanaman Lada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Hal. 93-104.
- Djuned, H., A., G. J. Blair, and W. W. Stur. 1991. Effect of age of forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Tropical Grassland* volume 25. Indonesia
- Ella. 1985. Cutting Management of tree and shrubs legumes. For age in Southeast Asian and Soaut Fasific Agriculture.
- Ella. 1988. Berbagai Sumber Pakan Ternak. Jakarta. Aneka Ilmu
- Farry, Y., Towaha, J. 2011. Pengaruh Komposisi Pupuk N, P dan K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Lada pada Tanah Bekas Tambang Timah di Bangka. *Buletin RISTR* Vol. 2 (3). 2011.
- Gatenby, R.M. 1986. Shep Production in the Tropics And Subtropics. *Tropical Agricultural Series*. Longmans, London and New York.
- Ginting, S. P. 2011 .Pengembangan Sistem Integrasi Usaha Ternak Kambing dengan Perkebunan Kelapa Sawit: Kajian Berdasarkan Ketersediaan Nutrisi Pakan dan Kebutuhan Nutrisi. *Wartazoa*. Vol 16 No. 2 Th. 2006.
- Hakim, L. S dan M. Soediarso. 1985. Perbandingan dan Pengamatan Residu Beberapa Pupuk Fospat Alami. *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah*. Puslitan.
- Hardianto et al. 2000. Pengelolaan Limbah Ternak. Penerbit. Airlangga. Yokyakarta.
- Hardianto. 2008. Integrasi dalam Dunia Pertanian. Penerbit. Tarsito Bandung
- Hardjowigeni. 2010. Ilmu Tanah. Akademik Pressindo, Jakarta. Cetakan Ketujuh. 228 hal.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo and A.D. Tillman. 1993. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Cetakan III. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Hartrisari. 2007. *Dinamika Sistem : Konsep Sistem dan Permodelan Untuk Industri dan Lingkungan*, Bogor.
- Hasan,. M. Iqbal. 2010. *Pokok Pokok Materi Statistik 2. (Statistik Inferensif)* Edisi Kedua, Jakarta. Bumi Aksara.
- Indriatmoko, R.H. 2009, *Membangun Sistem Dinamik untuk Menghitung Debit Puncak (SDDP) dengan Menggunakan Stella 9.0.2. (Uji Aplikasi untuk Wilayah Banjir di Kecamatan Makasar, Jakarta Timur)*. JAI. Vol. 5 Nomor 1 2009.
- Heriyadi. 2004. *Cara Beternak Kambing*. Jakarta. Aneka Ilmu
- Kearl, L. C. 1992. *Nutrient Requirement Of Ruminant In Developing Countries*. International Feedsheffs Institute Utah. Agric. Exp Station Utah Setate University Logan, Utah. USA.
- Kemala, S. 2006. *Strategi Pengembangan Agrobisnis Lada untuk Meningkatkan Pendapatan Petani. Prospek Reviuw Penelitian Tanaman Industri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor*. 5 (1); 47-54.
- Kushartono, B. 2005. *Potensi Pohon Leguminosa sebagai Sumber Pakan Hijauan*. Balai Penelitian Ternak Po. Box 22116002.
- Islamiyah, R., Rasjid, R. Ismartoyo, Natsir. A. 2013. *Efisiensi Penggunaan Pakan dan Pertambahan Bobot Badan Kambing Lokal dengan Pakan Jeramih Jagung yang Diinokulasi Fungi *Trichoderma, sp* dan Diperkaya Daun Gamal*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Peningkatan Sumberdaya Peternakan, Universitas Padjajaran Bandung, 12 Nopember 2013.
- Ismail dan Andi Djayanegara. 2004. *Sistem Pertanian Zero Waste*. Bandung. Tarsito Bandung
- Manohara, D., P. Wahid, D. Wahyuno, Y. Nuryani, I. Mustika,. I. W. Laba, Yuhono, A. M. Rivai dan Sefudin. 2006. *Status Tekhnologi Tanaman Lada. Dalam Prosiding Status Teknologi Tanaman Rempah dan Aneka*. Hal. 1-54
- Martawidjaja, M. Sorta,. S. Sitorus,. B. Setiadi dan A. Suparyanto. 1996. *Penelitian Anak Kambing Pra-Sapih. Laporan Hasil Kegiatan Penelitian APBN Tahun 1995*. Balitnak Bogor.
- Mathius, I. W., M. Rangkuti dan A. Djajanegara. 1981. *Daya Konsumsi dan Daya Cerna *Glicerida** . Lembaran LPP.

- Mathius, i. W. 1991. Tanaman *Glicirida* sebagai Bank Pakan untuk Makanan Kambing-Domba. *Wartazoa*. Hal. 5-9. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Departemen Pertanian.
- Mathius, I. W., J. E. van Eys dan N. Thomas. 1991. Aspek Nilai Gizi Makanan Kambing di Jabar. Dalam: Kumpulan Bahan Seminar Teknology Peternakan untuk menunjang Pengembangan Pedesaan, Unibra-Nuffic, Malang
- Mathius, I. W. 1994. Potensi dan Pemanfaatan Pupuk Organik Asal Kotoran Kambing-Domba. *W.artazoa* Vo. 3. No. 2-4 Maret 1994.
- Monografi Wilayah 2018. Bidang Penyuluhan Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Enrekang.
- Mugnisjah, W.Q., Suwanto, A.S. Solihin. 2000. Agribisnis Terpadu Bersistem LEISA di Lahan Basah, Model Hipotetik. *Bul. Agron.* 28: 49-61.
- Mugnisjah 2001. Pertanian Berkelanjutan. Bandung. Merdeka Ilmu.
- Muhammadi EA. Soesilo B. 2001. Analisis Dinamika Sistem: *Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi dan manajemen*. Jakarta (ID): UMJ Press.
- Muliono. 2012. Sistem Integrasi Pertanian. Jakarta. Megacotama Ilmu
- Munier, F. F., Priyanto, D., dan Bulu, D. 2006. Pertambahan Bobot Hidup Harian Kambing Peranakan Etawa (PE) Betina yang Diberikan Pakan Tambahan Gamal (*Glycerida sepium*). Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Vetrenier.
- Murni, A. M. dan R. Faodji. 1990. Pengaruh Komposisi Pupuk Kalium Khlorida dengan Dua Sumber Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Lada. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. V.(2): 79-88
- Murni, A. M dan R. Zaubin. 1997. Pengaruh Dosis dan Komposisi Hara NPKMg Terhadap Produksi Lada di Lampung Utara *Jurnal Litri* 2 (6)
- Pasambe, D., Sariubang. M., dan Haryani. R. 1998. Substitusi Daun Gamal dalam Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner 1998.

- Purwanto, 2007. Pemanfaatan Daun Gamal, sebagai larutan MOL.<http://riefarm.blogspot.com/> tanggal akses 14 Nopember 2018.
- Rangkuti, F. 2000. Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Richardson, G. P., Alexander L.P. III. 1999. Introduction to Dinamika Sistem Modeling. Dinamika Sistem Series. Washington DC. Pegasus.
- Sabiham. 2008. Pertanian Berkelanjutan. Penerbit. Pt. Airlangga. Yogyakarta
- Sarif. E. S. 1985. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Saviti, M. V., Sudarwati, H dan Hermanto, 2005. Pengaruh Umur Pemotongan Terhadap Produktivitas Gamal (*Gliciridia sepium*). Jurnal Ilmu Ilmu Peternakan23 (2): 25-35.
- Seni, I. A. Y., I Wayan D. A., Ni Wayan S. S. 2013. Analisis kualitas Larutan Mol Berbasis Daun Gamal (*Gliceridia sepium*). E-JurnalAgroekoteknologiTropika., Vol. 2 No. 2.
- Siahaan. 2009. Zero Waste dalam Pengelolaan Lingkungan. Penerbit. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Silalahi, M., Suprpto dan Soerahman. 2003. Pengembangan Ternak Kambing di Kawasan Perkebunan Lada dan Kopi Rakyat. Jurnal Tekhnologi Pertanian Lampung Vol. 1 (1) hal. 80-86
- Soebarinoto. 2008. Gliserida, Cara Penanaman dan Pemanfaatannya sebagai Pakan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang.
- Soedarmadi, I., Abdullah. ,. Dan S. Jayadi. 1996. Daya Dukung Hijauan Pakan terhadap Peningkatan Populasi Ternak Ruminansia di Indonesia, Seminar Nasional Hijauan Pakan. Lembaga Penelitian UNPAD, Bandung.
- Sri Adiningsih, J. Sri Richayati. 1988. Peran Bahan Organik dalam Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Pupuk dan Produktivitas Tanah. Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk. Pusat Penelitian Tanah. Litbang Deptan. Pp. 161-182.

- Sterman, Jhon D. 2000. *Business Dynamic Systems Thinking and Modeling for A Complex World*. Amerika. McGraw-Hill Higher Education
- Sugiarto. 2008, *Pengelolaan Limbah Peternakan Terpadu dan Agribisnis yang Berwawasan Lingkungan*. Makalah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bandung
- Sugiarto. 2014. *Pertanian Terintegrasi Peternakan*. Bandung. Bina Ilmu
- Suparman, U dan A. Sopandi. 1988. *Pertumbuhan Bibit Lada dari Cabang Buah Primer dan Sekunder*. Pemberitahuan. Littri 14 (1-2): 65-68.
- Suprpto. 2004. *Ternak Kambing*. Bandung. Swastika Ilmu
- Suprpto., Slameto, Surachman dan Prabowo, A. 2000. *Analisis Pendapatan Usahatani Lada Integrasi Ternak Kambing*. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak, 2000.
- Suprpto, A. M. Murni, R. Asnawi, Rr, Silalahi, M. Prabowo, A dan Hendra, J. 2004. *Tekhnologi Budidaya Lada Sehat*. Makalah Seminar Sehari Tekhnologi Budidaya Lada di BPTP Lampung 8 Januari 2004. 29 Halaman.
- Suardi, N. K. 2004. *Pertumbuhan dan Reproduksi Kambing PE di Purwakarta*. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 1 (2): 88-89.
- Syakir, M. 2008. *Ragam Teknologi Budidaya lada*. Buletin Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat. Puslitbang Perkebunan Bogor. XX (1): 13-24
- Syakir, M. 1990. *Pengaruh Naungan serta Pemupukan P dan Mg terhadap Pertumbuhan Tanaman Lada (*Piper nigrum*. L)* Tesis. Fakultas Pasca Sarjana IPB Bogor 110.hal.
- Syawaluddin. 2015. *Laporan Kegiatan Demplot “ Integrasi Tanaman Lada, gamal , Jagung, Cabai dan Ternak Kambing “ Pemberdayaan Balai Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan (B3K) Kecamatan Curio, APBN Tahun 2015*.
- Tasrif, Muhammad. 2006. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics*, Bandung: Program magister Studi Pembangunan ITB.
- Tilman, A. D.,H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumoda S.Leddosoekojo. 1991 *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Cetakan ke-5. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Wahid, P. 1986. Teknik Budidaya untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Lada. Edisi Khusus Littri. Vol. 2 No. 1 Balitro. Bogor.
- Wahid, P. 1990. Beberapa aspek penting Tentang bercocok tanam Lada, Departemen Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Pusat Litbang Tanaman Industri Bogor. 19 Hal.
- Wahid, P. dan Nuryani. 1990. Pengaruh Pemupukan Terhadap Hasil Tanaman Lada di Bangka. Pemberitaan Litri XVI (2): 43-49.
- Wahid, P. 1996. Sejarah Perkembangan dan Daerah Penyebarannya. Monograf tanaman Lada. Balitro Bogor. Hal 1-11.
- Wahid ,P. 1998. Peningkatan Intensitas Tanam Melalui Tanaman Sela dan Tanaman Campuran. Makalah disampaikan pada Temu Usaha Pengembangan hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Jakarta 2-3 Desember. 17 hal.
- Zaubin, R. 1997. Pengaruh Kemasaman Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Akar Setek Lada. Pemberitaan Littri(33) : 27-36
- Zaubin. R.,. E. Sudiadi dan P. Wahid. 1990. Pengaruh Cara dan Waktu Pemberian Pupuk terhadap Produksi Lada. Pemberitaan Littri VIII (46) : 37 – 46.

Lampiran 1. Luas lahan lada pada 12 kecamatan setiap tahun berdasarkan hasil simulasi 3 skenario model

a. Skenario pengembangan lahan 5% per tahun (skenario 1)

Tahun	Kecamatan												Total Kabupaten
	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko	
0	201	106	30	33	561	422	29	505	1172	1736	18	3	4816
1	203	161	38	54	581	428	31	550	1171	1793	21	5	5037
2	204	219	46	75	602	435	34	597	1171	1854	25	8	5270
3	207	278	55	98	624	443	37	647	1172	1920	29	10	5520
4	209	341	64	121	648	451	39	699	1174	1989	33	12	5782
5	211	405	74	145	672	460	42	753	1175	2059	37	15	6048
6	214	473	84	171	698	469	45	809	1177	2135	41	18	6334
7	216	543	94	197	726	479	49	868	1181	2215	45	21	6634
8	219	616	105	225	754	489	52	930	1184	2297	50	23	6943
9	222	692	116	253	783	499	55	993	1188	2383	54	26	7266
10	226	769	128	282	814	511	59	1059	1193	2473	59	30	7601
11	229	850	140	312	847	523	63	1128	1199	2569	64	33	7958
12	233	934	152	344	880	535	66	1199	1206	2667	69	36	8323
13	237	1021	165	377	917	549	70	1275	1216	2774	75	40	8716
14	242	1110	178	410	954	564	75	1351	1226	2883	81	43	9117
15	246	1177	189	435	984	576	78	1411	1239	2972	85	46	9438

b. Skenario pengembangan lahan 6% per tahun (skenario 2)

Tahun	Kecamatan												
	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko	Total Kabupaten
0	201	106	30	33	561	422	29	505	1172	1736	18	3	4816
1	203	172	39	58	585	430	32	560	1172	1806	22	6	5085
2	205	242	50	84	611	439	35	617	1172	1882	26	8	5371
3	208	315	60	112	639	449	38	678	1175	1963	31	11	5679
4	211	392	72	140	669	459	42	743	1178	2050	36	14	6006
5	214	473	84	171	699	470	45	810	1180	2138	41	18	6343
6	217	558	96	203	733	482	49	882	1184	2235	46	21	6706
7	221	647	110	236	768	494	53	957	1189	2338	52	25	7090
8	225	740	124	271	804	508	58	1036	1195	2445	57	28	7491
9	229	838	138	308	843	522	62	1119	1201	2559	63	32	7914
10	234	939	153	345	884	537	67	1205	1210	2678	70	36	8358
11	239	1045	169	386	928	554	72	1297	1221	2807	76	41	8835
12	245	1155	185	427	974	572	77	1391	1234	2942	83	45	9330
13	246	1177	188	435	984	576	78	1411	1239	2972	85	46	9437
14	246	1175	188	434	983	576	78	1409	1237	2968	85	46	9425
15	246	1177	188	435	984	576	78	1411	1239	2972	85	46	9437

c. Skenario pengembangan lahan 7% per tahun (skenario 3)

Tahun	Kecamatan												Total Kabupaten
	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko	
0	201	106	30	33	561	422	29	505	1172	1736	18	3	4816
1	204	183	41	62	590	432	32	569	1172	1819	23	6	5133
2	206	265	53	93	620	442	36	637	1174	1909	28	9	5472
3	210	353	66	126	654	454	40	710	1177	2007	33	13	5843
4	213	445	80	160	690	467	44	788	1182	2112	39	17	6237
5	217	543	94	197	727	480	49	870	1185	2221	45	21	6649
6	221	647	110	236	768	495	53	957	1191	2340	52	25	7095
7	226	757	126	277	812	511	58	1051	1199	2468	58	29	7572
8	231	873	143	321	859	528	64	1150	1207	2603	66	34	8079
9	237	995	161	367	908	547	69	1254	1217	2748	73	39	8615
10	244	1120	180	414	961	567	75	1362	1233	2903	81	44	9184
11	246	1177	188	435	984	576	78	1411	1238	2971	85	46	9435
12	246	1175	188	434	983	576	78	1409	1237	2968	85	46	9425
13	246	1177	188	435	984	576	78	1411	1238	2972	85	46	9436
14	246	1175	188	434	983	576	78	1409	1237	2968	85	46	9425
15	246	1177	188	435	984	576	78	1411	1239	2972	85	46	9437

Lampiran 2. Perubahan total gamal di semua kecamatan hasil simulasi.

Tahun	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko
0	301500	159000	44250	49500	841500	633000	43500	757500	1758000	2604000	27000	4500
1	315529	514458	96955	182921	979333	682156	59570	1056153	1774076	3005903	49105	18739
2	332929	936430	159575	341282	1144929	742055	78739	1412267	1797588	3489141	75391	35638
3	354737	1437974	234083	529466	1344728	815581	101662	1837915	1832213	4072754	106698	55716
4	374376	1873739	298867	692946	1520150	880895	121663	2209200	1866398	4585504	133939	73157
5	373862	1870048	298294	691573	1517746	879622	121451	2205320	1864047	4578305	133688	73012
6	374457	1872673	298717	692541	1520061	881001	121630	2208563	1867078	4585306	133880	73114
7	374475	1872532	298698	692488	1520069	881031	121627	2208495	1867212	4585340	133872	73108
8	374286	1871350	298513	692049	1519235	880573	121556	2207202	1866316	4582837	133790	73061
9	374316	1871207	298494	691994	1519274	880627	121554	2207157	1866522	4582969	133784	73055
10	372914	1864195	297375	689401	1513581	877328	121098	2198886	1859527	4565796	133282	72782
11	371784	1858548	296475	687313	1508996	874670	120731	2192225	1853894	4551965	132879	72561
12	371460	1856661	296177	686613	1507604	873892	120615	2190112	1852327	4547780	132747	72487
13	372020	1859105	296572	687514	1509777	875189	120783	2193145	1855188	4554350	132926	72582
14	371646	1856990	296238	686730	1508189	874295	120651	2190754	1853368	4549572	132777	72499
15	372210	1859465	296638	687643	1510382	875604	120821	2193820	1856249	4556205	132958	72595

Lampiran 3a Perubahan Total Anakan Hasil Simulasi skenario moderat pada semua kecamatan

Tahun	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1112	424	355	699	4461	4650	1744	456	6024	10159	187	35	30306
2	4241	2068	807	1287	13234	11308	3211	8229	24261	37222	457	65	106390
3	7453	4377	1117	1347	20537	14831	2653	17964	43545	64984	656	124	179588
4	7705	7389	1592	2447	22508	16506	2162	22615	44422	69279	859	240	197724
5	9085	11875	2347	4160	27410	19481	1775	28143	51734	84361	1242	417	242030
6	10315	18065	3355	6449	32393	22384	1950	35481	57828	99359	1663	664	289906
7	11675	24786	4408	8924	37864	25581	2426	43451	64560	115924	2156	905	342660
8	12893	31229	5447	11307	42889	28425	2832	50875	70562	131026	2613	1165	391263
9	14281	37999	6497	13800	48497	31702	3266	58918	77499	147903	3086	1427	444875
10	15469	44342	7512	16152	53482	34553	3680	66290	83453	162958	3533	1671	493095
11	18405	58709	9839	21470	65261	41415	4625	83313	98056	198475	4573	2243	606384
12	17946	56701	9494	20729	63478	40360	4482	80843	95756	193127	4406	2150	589472
13	19372	64078	10680	23467	69411	43766	4964	89507	102955	211019	4935	2442	646596
14	20673	70543	11715	25850	74642	46817	5385	97105	109398	226832	5398	2695	697053
15	22112	77516	12801	28413	80361	50121	5826	105370	116456	244047	5909	2969	751901

Lampiran 3b Perubahan Total ternak dewasa Hasil Simulasi skenario moderat pada semua kecamatan

Tahun	Maiwa	Bungin	Enrekang	Cendana	Baraka	Buntu_Batu	Anggeraja	Malua	Alla	Curio	Masalle	Baroko	
0	629	240	201	395	2522	2629	986	258	3406	5744	106	20	17136
1	1829	952	275	383	5203	4017	955	4420	10639	15854	163	19	44709
2	2229	1422	339	418	6190	4522	844	5969	13011	19447	199	37	54627
3	2406	2222	484	733	6991	5120	692	6943	13891	21574	263	73	61392
4	2781	3561	707	1243	8370	5963	562	8580	15852	25762	375	124	73880
5	3182	5453	1017	1944	9959	6898	603	10853	17863	30557	506	200	89035
6	3600	7530	1343	2709	11645	7882	742	13313	19932	35657	658	275	105286
7	4010	9603	1678	3475	13308	8835	876	15740	21966	40664	806	358	121319
8	4396	11611	1988	4216	14905	9754	1002	18073	23876	45462	945	436	136664
9	4805	13683	2320	4983	16586	10727	1139	20522	25938	50542	1092	515	152852
10	5618	17786	2983	6502	19884	12635	1406	25331	29961	60482	1388	679	184655
11	5581	17650	2955	6453	19747	12553	1395	25154	29777	60077	1372	670	183384
12	5976	19692	3283	7210	21390	13496	1528	27554	31773	65033	1518	750	199203
13	6387	21735	3611	7964	23044	14460	1661	29956	33809	70032	1664	830	215153
14	6785	23732	3921	8698	24644	15378	1786	32293	35747	74847	1809	909	230549
15	7260	26017	4289	9546	26557	16497	1937	35030	38146	80608	1979	999	248865

Lampiran 4a. Perubahan Total Pengeluaran, Total Biaya investasi dan Total Biaya operasional berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1

Tahun	Total pengeluaran	Tot Biaya Investasi	Tot Biaya Operasional	Tot B Investasi Pertanian	Tot B Investasi Peternakan	Tot B Investasi Pengolahan Limbah	Tot B Operasional Pertanian	Tot B Operasional Peternakan	Tot B Operasional Pengolahan Limbah
1	40.833	6.312	34.520	3.275	3.010	0.028	29.773	3.238	1.510
2	45.602	6.965	38.637	3.613	3.321	0.031	32.996	3.974	1.666
3	50.698	7.689	43.008	3.989	3.666	0.034	36.407	4.761	1.840
4	56.156	8.497	47.659	4.408	4.051	0.038	40.141	5.485	2.033
5	62.062	9.389	52.673	4.870	4.477	0.042	44.201	6.226	2.246
6	68.529	10.361	58.169	5.375	4.940	0.046	48.628	7.061	2.479
7	75.753	11.449	64.304	5.939	5.459	0.051	53.547	8.017	2.739
8	83.739	12.649	71.090	6.562	6.031	0.056	58.976	9.087	3.026
9	92.512	13.968	78.544	7.246	6.660	0.062	64.909	10.294	3.342
10	101.920	15.364	86.556	7.970	7.325	0.068	71.226	11.648	3.682
11	112.793	17.019	95.774	8.829	8.115	0.076	78.389	13.313	4.072
12	124.825	18.799	106.026	9.752	8.963	0.084	86.444	15.086	4.497
13	153.382	23.088	130.294	11.977	11.008	0.103	105.988	18.782	5.524
14	160.610	24.177	136.433	12.542	11.527	0.108	110.701	19.948	5.783
15	161.652	19.199	142.453	9.960	9.154	0.085	115.239	21.181	6.033

Lampiran 4b. Perubahan Total Pengeluaran, Total Biaya investasi dan Total Biaya operasional berdasarkan hasil simulasi pada skenario 2

Tahun	Total pengeluaran	Tot Biaya Investasi	Tot Biaya Operasional	Tot B Investasi Pertanian	Tot B Investasi Peternakan	Tot B Investasi Pengolahan Limbah	Tot B Operasional Pertanian	Tot B Operasional Peternakan	Tot B Operasional Pengolahan Limbah
1	39.646	7.575	32.071	3.929	3.612	0.034	26.797	3.262	2.012
2	44.765	8.438	36.326	4.377	4.023	0.038	29.981	4.154	2.191
3	50.628	9.404	41.224	4.879	4.484	0.042	33.594	5.225	2.405
4	56.685	10.491	46.194	5.442	5.002	0.047	37.245	6.240	2.709
5	63.137	11.703	51.434	6.071	5.580	0.052	41.208	7.179	3.046
6	70.170	13.038	57.132	6.764	6.217	0.058	45.450	8.243	3.439
7	78.035	14.545	63.490	7.545	6.935	0.065	50.125	9.471	3.893
8	86.852	16.224	70.628	8.416	7.736	0.072	55.386	10.852	4.390
9	96.901	18.086	78.815	9.382	8.623	0.080	61.505	12.422	4.888
10	106.706	20.084	86.622	10.419	9.576	0.089	66.763	14.209	5.650
11	120.930	22.460	98.471	11.651	10.709	0.100	76.011	16.497	5.962
12	134.708	25.045	109.663	12.992	11.941	0.111	84.058	18.834	6.771
13	141.444	7.425	134.019	3.852	3.540	0.033	102.263	23.328	8.427
14	135.903	1.466	134.437	0.761	0.699	0.007	101.398	24.370	8.669
15	136.429	2.096	134.333	1.087	0.999	0.009	100.169	25.452	8.712

Lampiran 4c. Perubahan Total Pengeluaran, Total Biaya investasi dan Total Biaya operasional berdasarkan hasil simulasi pada skenario 3

Tahun	Total pengeluaran	Tot Biaya Investasi	Tot Biaya Operasional	Tot B Investasi Pertanian	Tot B Investasi Peternakan	Tot B Investasi Pengolahan Limbah	Tot B Operasional Pertanian	Tot B Operasional Peternakan	Tot B Operasional Pengolahan Limbah
1	40.806	8.837	31.969	4.584	4.214	0.039	26.637	3.305	2.027
2	47.168	9.938	37.230	5.155	4.738	0.044	30.759	4.451	2.020
3	54.381	11.180	43.201	5.800	5.331	0.050	35.143	5.823	2.235
4	61.483	12.591	48.892	6.531	6.003	0.056	39.327	6.995	2.570
5	69.069	14.178	54.891	7.355	6.760	0.063	43.948	8.038	2.905
6	77.639	15.945	61.694	8.272	7.603	0.071	49.056	9.344	3.294
7	87.343	17.956	69.388	9.315	8.561	0.080	54.819	10.835	3.734
8	98.274	20.218	78.056	10.488	9.640	0.090	61.300	12.526	4.231
9	110.745	22.751	87.994	11.802	10.848	0.101	68.798	14.455	4.741
10	123.377	25.504	97.873	13.230	12.160	0.113	75.685	16.688	5.500
11	124.473	12.483	111.990	6.475	5.952	0.056	86.724	19.638	5.628
12	121.380	1.314	120.065	0.682	0.627	0.006	91.804	21.871	6.391
13	142.003	2.142	139.861	1.111	1.021	0.010	105.990	26.276	7.595
14	141.578	1.481	140.097	0.768	0.706	0.007	104.790	27.658	7.649
15	142.297	2.095	140.202	1.087	0.999	0.009	103.571	28.959	7.672

DOKUMENTASI PENELITIAN



Foto Potensi Limbah feses di Lokasi Penelitian Sistem Integrasi Lada ternak



Foto Keterlibatan Peneliti di Lokasi Sistem Integrasi Lada Ternak Kambing



Foto Sistem Integrasi Lada Ternak Kambing di desa Buntu Pema Kec. Curio



Foto Tanaman Lada Dengan gamal di Lokasi Penelitian Ds. Curio Kec. Curio



Foto Ternak Kambing yang diintegrasikan Lada di desa Kec. Curio



Foto Loklasi Integrasi milik responden Penelitian di desa Bolang Kec. Alla



Foto Ternak Kambing Dengan pakan hijauan daun gamal Kec. Curio



Foto Pengolahan limbah ternak Kec. Curio



Foto Kegiatan FGD di BPP Curio Kec. Curio



Foto Ternak Kambing Dengan pakan hijauan daun gamal Kec. Curio