



**MODEL SISTEM DINAMIS *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*
AGROINDUSTRI KOPI RAKYAT
(Studi Kasus Di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

Oleh

Galih Rizky Propandita Subagyo
NIM 141710301025

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**MODEL SISTEM DINAMIS *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*
AGROINDUSTRI KOPI RAKYAT
(Studi Kasus Di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

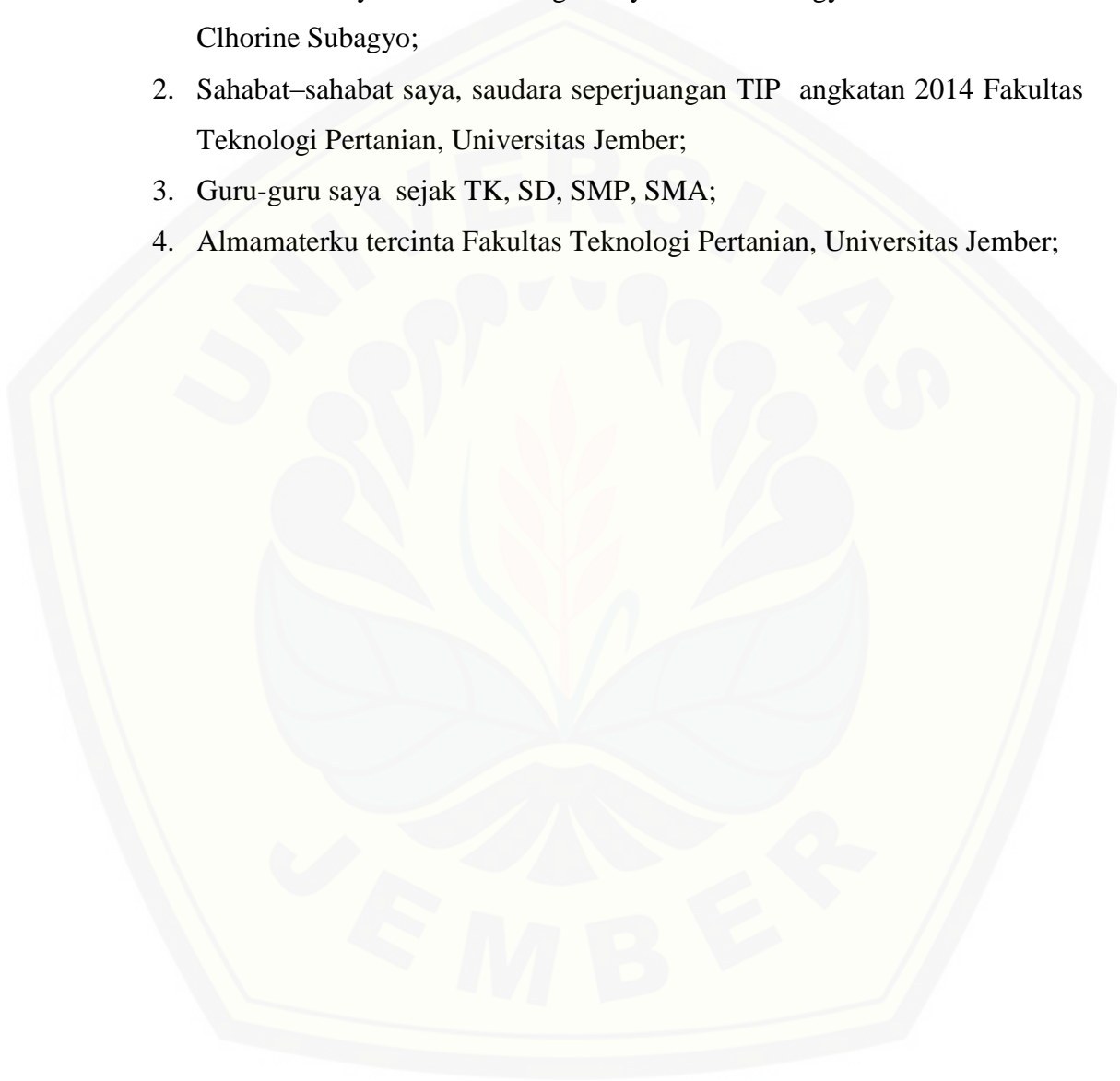
Galih Rizky Propandita Subagyo
NIM 141710301025

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih yang tidak terkira kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Ir. Siswo Subagyo dan Ibu Umi Mariyani serta kakak adik saya tercinta Gilang Rizky Pemuka Subagyo dan Adinda Rizka Clhorine Subagyo;
2. Sahabat–sahabat saya, saudara seperjuangan TIP angkatan 2014 Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
3. Guru-guru saya sejak TK, SD, SMP, SMA;
4. Almamaterku tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Galih Rizky Propandita Subagyo

NIM : 141710301025

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Model Sistem Dinamis *Green Supply Chain Management* Agroindustri Kopi Rakyat (Studi Kasus di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumber, belum pernah diajukan pada institut mana pun, dan bukan karya hasil jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Desember 2018

Yang menyatakan,

Galih Rizky Propandita Subagyo
141710301025

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Sistem Dinamis *Green Supply Chain Management* Agroindustri Kopi Rakyat (Studi Kasus di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember ” karya Galih Rizky Propandita Subagyo NIM 141710301025, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si
NIP. 197505301999031002

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T
NIP. 197311301999032001

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M
NIP. 197008031994031004

Nidya Shara Mahardika, S.TP., MP
NIP. 760016796

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Model Sistem Dinamis *Green Supply Chain Management* Agroindustri Kopi Rakyat (Studi Kasus di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember); Galih Rizky Propandita Subagyo, 141710301025; 2018; 123 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo adalah salah satu penghasil buah kopi di Kabupaten Jember yang bekerja sama dengan PT. Indokom Citra Persada. Buah kopi di olah dengan pengolahan primer dan pengolahan sekunder, pengolahan primer yaitu biji kopi olah semi basah dan biji kopi olah kering sedangkan pengolahan sekunder yaitu bubuk kopi. Rantai pasok di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo dimulai dari budidaya kopi, proses produksi dan distribusi ke agen. Pada setiap rantai pasok di Ketakasi menghasilkan dampak merugikan bagi lingkungan yaitu limbah dan emisi yang dihasilkan, meskipun telah dilakukan penanganan dampak lingkungan pada limbah yang dihasilkan masih kurang maksimal untuk menguranginya. Tujuan penelitian ini yaitu memilih skenario kebijakan yang tepat untuk mengurangi limbah dan emisi yang dihasilkan agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo Kabupaten Jember.

Berdasarkan wawancara dengan ketua pabrik Ketakasi Sidomulyo di ketahui bahwa pengolahan rata-rata pabrik Ketakasi pada bulan Juli- September (panen raya) sebanyak 15 ton per hari. Pengolahan yang dilakukan menghasilkan limbah padat dan cair, limbah cair yang dihasilkan 27.000 liter dan limbah padat yang dihasilkan 3 ton. Pengolahan limbah lebih lanjut telah diterapkan pada pabrik Ketakasi yaitu pengolahan kompos untuk limbah padat dan pengolahan biogas untuk limbah cair. Pengolahan kompos di pabrik Ketakasi per bulan hanya mampu mengolah sebanyak 2 ton dengan rata-rata perhari 120 kg, sedangkan pengolahan biogas di pabrik Ketakasi per bulan sebanyak 150 m³ dengan rata-rata perhari 5 m³. Transportasi dari kebun ke pabrik memberikan emisi 934,69 ton CO₂ *equivalent* pada satu kali pengolahan dan distribusi produk ke PT. Indokom Citra Persada juga menyumbang emisi.

Berdasarkan hasil simulasi dapat diketahui bahwa skenario kebijakan yang tepat untuk mengurangi jumlah limbah dan emisi yang dapat merugikan lingkungan adalah skenario optimis. Skenario optimis dapat meningkatkan jumlah pengolahan limbah cair menjadi 20 m³, limbah padat menjadi 6 ton, total emisi turun menjadi 312.829 ton CO₂ *eq* dan total profit sebesar Rp.62.679.901.984,00. Parameter yang diubah yaitu persentase limbah cair diolah dari 19% menjadi 76%, persentase limbah padat diolah dari 25% menjadi 75%, persentase angkut truck kebun dari 50% menjadi 100%, persentase angkut pick up dari 49% menjadi 0%, persentase

angkutan sepeda motor dari 1% menjadi 0%, jumlah armada truck kebun dari 1 unit menjadi 0 unit, armada pick up dari 1 unit menjadi 1 unit dan sepeda motor dari 1 unit menjadi 1 unit.

Langkah untuk menerapkan skenario optimis yang telah di ambil yaitu mengurangi jumlah emisi yang dihasilkan limbah cair, mengurangi jumlah limbah padat dan mengurangi jumlah emisi yang dihasilkan. Pengurangan jumlah emisi limbah cair dengan pembangunan 3 unit reaktor biogas tambahan, pengurangan limbah padat dengan penambahan 2 petakan olah kompos dan pengurangan jumlah emisi yaitu mengeliminasi armada angkutan truck.



SUMMARY

Model of System Dynamic Green Supply Chain Management Coffee Small Skill Agroindustry (Study Case at Koperasi Serba Usaha Ketakasi Jember Regency); Galih Rizky Propandita Subagyo, 141710301025; 2018: 123 pages; Study Program of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

Coffee Small Skill Agroindustry of Ketakasi Sidomulyo is one of producing coffee berries in Jember Regency who collaborated with PT. Indokom Citra Persada. Coffee berries are processed with primary and secondary processing, primary processing is semi-wet beans and dried coffee beans, secondary processing is coffee powder. Supply chain in Coffee Small Skill Agroindustry of Ketakasi Sidomulyo starts from coffee cultivation, the process of production and distribution to agents. Each of supply chain in Ketakasi impacted harmful for environment it is waste and emissions, although it has been carried out handling the environmental impact on the resulting waste is still insufficient to decrease it. The purpose of this research is to choose the right policy scenario to reduce waste and emissions produced by Coffee Small Skill Agroindustry of Ketakasi Sidomulyo.

Based on interviews with the head factory of Ketakasi Sidomulyo, it is known that average processing of coffee beans in July-September is 15 tons every day. Processing carried out 3 tons solid waste and 27.000 liters liquid waste. Further waste treatment has been applied to Ketakasi factory it is compost processing for solid waste and biogas processing for liquid waste. Compost processing in Ketakasi Factory every month only able to process 2 tons with average each day is 120 kg, and biogas processing every month only able to process 150 m³ with average each day is 5 m³. Transportation from farm to factory provides emissions of 934.69 tons of CO₂ equivalent at one time processing and distribution of products to PT. Indokom Citra Persada also contributes emissions.

Based on the simulation results are able to see that the right policy scenario to reduce waste and emissions that can be harmful for environment is an optimistic scenario. The optimistic scenario can increase the amount of waste processing, liquid processing 20 m³, solid waste 6 tons, total emissions decrease to 308,178 tons CO₂ equivalent and total profit Rp.62.679.901.984,00. Parameters that are changed it is the percentage of waste liquid processed from 19% to 76%, the percentage of solid waste processed from 25% to 75%, the percentage of truck transport gardens from 50% to 100%, the percentage of pick up transport from 49% to 0%, the percentage of motorcycle transport from 1% to 0%, the total fleet of truck gardens from 1 unit to 0 units, a fleet of pick up from 1 unit to 1 units and motorcycles from 1 unit to 1 units.

Steps to implement the optimistic scenario that is reduce the amount of emissions produced by liquid waste, reduce the amount of solid waste and reduce the amount of emissions produced. Reduction waste water emissions by the construction of 3 additional biogas reactors, eduction of solid waste by adding 2 plots of compost and reducing the number of emissions with eliminate transport truck.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Sistem Dinamis *Green Supply Chain Management* Agroindustri Kopi Rakyat (Studi Kasus di Koperasi Serba Usaha Ketakasi Kabupaten Jember)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Bapak Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan dan penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini;
4. Ibu Dr. Elida Novita, S.TP., M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan an penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M selaku Dosen Penguji Utama;
6. Ibu Nidya Shara Mahadika, S.TP., MP selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Bapak Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, perhatian dan masukan dalam bentuk nasihat, motivasi dan teguran selama kegiatan bimbingan akademik;

8. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah meluangkan waktu dan membantu penyelesaian skripsi ini;
9. Bapak Sunari dan Bapak Suwarno selaku narasumber di Pabrik Ketakasi yang telah memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini;
10. Papa dan mama saya tercinta Ir. Siswo Subagyo dan Umi Mariyani terimakasih atas doa yang selalu menyertaiku, pengorbanan, kasih sayang yang tiada henti dan semangat yang tak pernah putus, serta untuk kaka adikku tercinta Gilang Rizky Pemuka Subagyo dan Adinda Rizka Clhorine Subagyo yang selalu memberikan semangat yang tiada henti;
11. Andri Wardani yang telah memberikan doa, semangat dan motivasi serta bantuan yang tidak ternilai harganya;
12. Sahabat-sahabatku tercinta : Dimas Adhi, Bagus Pangestu, Maulidiya Nur, Ayu Alfi, Ria Estima, Vinia Azizah, Fitra Bachtiar, Yusifa Mazzaya, Elsyah, Viko Nurluthfiyadi, M. Muhaimin, Apriliya, Aqidatul Izza, Fresty N., Rifki M. dan Fachri Yugo;
13. Teman-teman seperjuangan : Muslim, M. Misbahudin, Vernozy, Akhib A., Atep, Ryan, Doni, Dana dan Septian;
14. Teman-teman TIP angkatan 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu, Terimakasih.
15. Keluarga besar kontrakan Jawaasri : Ghifary, Bintang Razio, Ryan Adha, Koko, M. Irfan, Fikri, Bayu, Iqbal Maulana.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 13 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rantai Pasok (<i>Supply Chain</i>)	5
2.1.1 Rantai Pasok Agroindustri.....	5
2.1.2 Konsep <i>Green Supply Chain Management</i>	6
2.1.3 Emisi.....	7
2.2 Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	8
2.2.1 Proses Pengolahan Kopi Semi Basah	9
2.3 Sistem Dinamis	11
2.3.1 Pengertian Sistem	11
2.3.2 Definisi Sitem Dinamis	12
2.3.3 Pemodelan Dengan Pendekatan Sistem Dinamis	12
2.3.4 Diagram Sebab Akibat.....	13

3.3.1	<i>Survey</i> dan Wawancara.....	22
3.3.2	Identifikasi Masalah	22
3.3.3	Studi Pustaka dan Literatur	22
3.3.4	Identifikasi Variabel Sistem	23
3.3.5	Konseptualisasi Model	24
3.3.6	Formulasi Model	24
3.3.7	Verifikasi dan Validasi	24
3.3.8	Analisis Kebijakan.....	25
3.4	Metode Analisis Data	25
3.4.1	Statistik Deskriptif.....	25
3.4.2	Indikator Lingkungan	26
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Sistem Rantai Pasok Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	27
4.2	<i>Green Supply Chain Management</i> Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	29
4.3	<i>Causal Loop Diagram Green Suppl Chain Management</i> Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	33
4.4	Asumsi Model	34
4.5	Konseptualisasi Model <i>Green Supply Chain Management</i> Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	35
4.6	Model Sistem Dinamis <i>Green Supply Chain Management</i> Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	36
4.7	Diagram Alir Sub Model Budidaya	37
4.8	Diagram Alir Sub Model Emisi	39
4.9	Diagram Alir Sub Model Produksi dan Pengolahan Limbah ...	42
4.10	Diagram Alir Sub Model Penerimaan dan Biaya	47
4.11	Telaah Variabel	55
4.12	Pengujian Model	55
4.12.1	Verifikasi dan Validasi	55
4.12.2	Validasi Teoritis	56
4.12.3	Konsistensi Unit	57
4.12.4	Konsistensi Hasil Keluaran	57
4.12.5	Uji Sensitivitas.....	59
4.13	Simulasi Skenario	61
4.13.1	Analisis Perilaku Dinamis	61
4.14	Indikator Keberhasilan <i>Green Supply Chain Management</i> di Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo	69
4.15	Rekomendasi Kebijakan	77
BAB 5.	PENUTUP	79

5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Faktor emisi	8
2.2 Simbol-simbol pada <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD).....	16
4.1 Emisi pengangkutan 15 ton buah kopi ke pabrik Ketakasi	30
4.2 Faktor <i>euivalent</i> potensi efek rumah kaca	30
4.3 Potensi efek rumah kaca transportasi dari lahan ke pabrik Ketakasi.....	30
4.4 Identifikasi variable <i>stock</i> sistem dinamis <i>green supply chain management</i> agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	35
4.5 Hasil uji distribusi probabilitas	55
4.6 Hasil validasi panen kopi di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	58
4.7 Hasil validasi total emisi di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	59
4.8 Skenario kebijakan <i>green supply chain management</i> di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	61
4.9 Hasil total emisi pada berbagai skenario	69
4.10 Hasil limbah cair diolah biogas pada berbagai skenario	70
4.11 Hasil limbah padat olah kompos pada berbagai skenario.....	70
4.12 Hasil COD pada berbagai skenario.....	70
4.13 Hasil biaya produksi pada berbagai skenario	71
4.14 Hasil total profit pada berbagai skenario	71
4.15 Nilai rata-rata berbagai skenario <i>green supply chain management</i> di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	77
4.16 Rekomendasi kebijakan skenario optimis <i>green supply chain management</i> di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	77

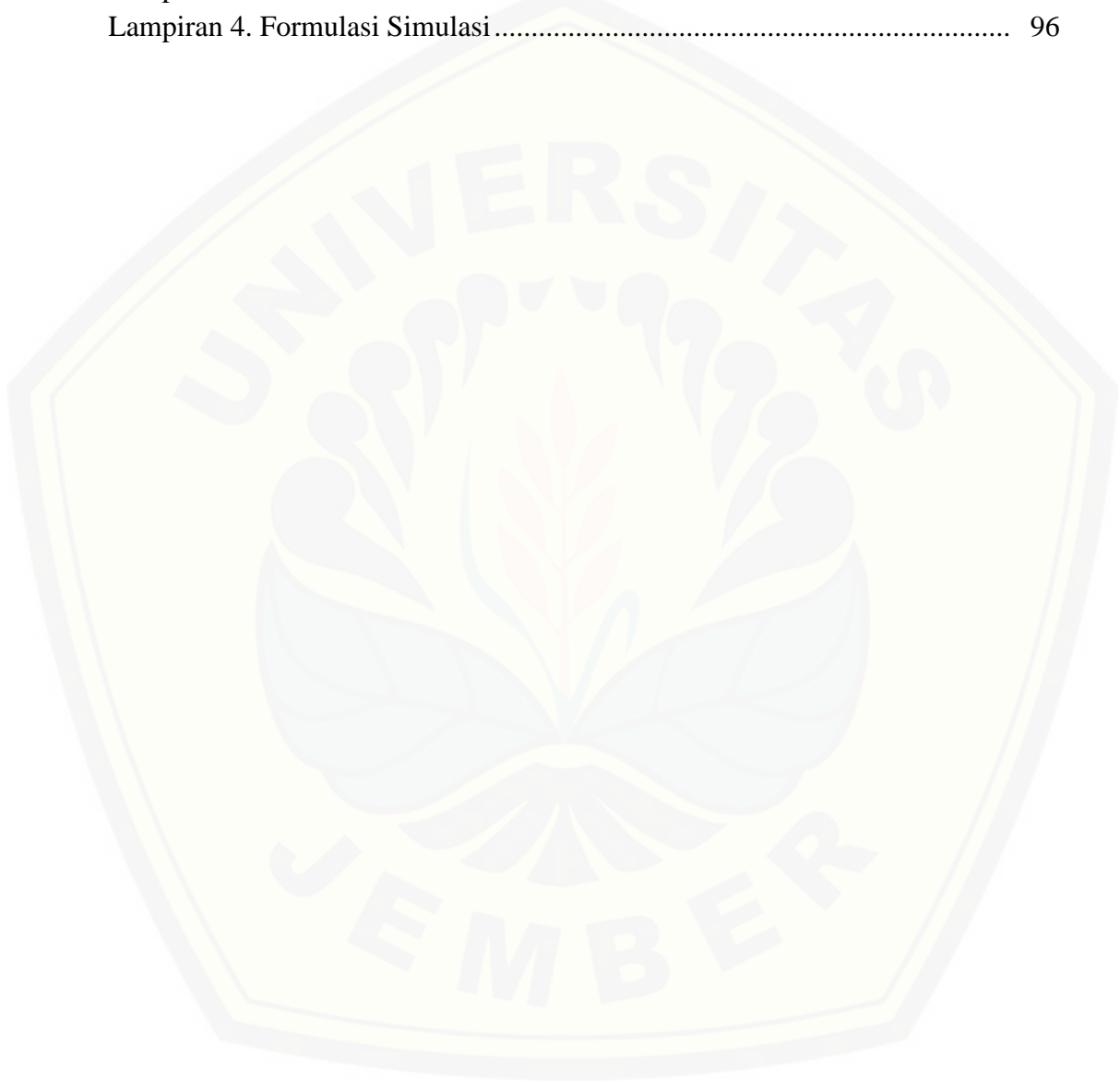
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema dimensi–dimensi yang berpengaruh pada sistem rantai pasok .	6
2.2 Kerangka Penerapan <i>Green Supply Chain Management</i>	7
2.3 Proses pengolahan kopi semi basah di pabrik Ketakasi.....	10
2.4 Neraca Massa Proses Pengupasan Buah Kopi Gelondong	10
2.5 Neraca massa proses fermentasi	10
2.6 Neraca massa proses pencucian	11
2.7 Neraca massa proses pencucian	11
2.8 Berpikir sistem	12
2.9 Contoh Sebab Akibat Kesehatan	13
2.10 Pola Perilaku Pertumbuhan Exponensial	14
2.11 Pola Perilaku Mencari Tujuan	15
2.12 Pola Prilaku Bergelombangn	15
2.13 Pola Perilaku <i>S-shaped growth</i>	16
3.1 Keterkaitan antar rantai pasok dengan dampak lingkungan	19
3.2 Skema kerangka pemikiran penelitian	20
3.3 Diagram alir tahapan penelitian permodelan sistem dinamis	21
4.1 Sistem rantai pasok agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	28
4.2 Tahapan pengolahan kopi kering di pabrik Ketakasi.....	32
4.3 Tahapan pengolahan kopi semi-basah di pabrik Ketakasi.....	32
4.4 <i>Causal Loop Diagram green supply chain management</i> agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo.....	34
4.5 Model sistem dinamis <i>green supply chain management</i> agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo.....	36
4.6 Sub model budidaya.....	37
4.7 Sub Model Emisi.....	39
4.8 Sub Model Produksi.....	43
4.9 Sub Model Pengolahan Limbah.....	45
4.10 Sub Model Penerimaan dan Biaya	48
4.11 Validasi panen kopi di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	57
4.12 Validasi total emisi di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo	58
4.13 Hasil Uji Sensitivitas Total Emisi Akibat Perubahan Parameter Sensitif	60
4.14 Skenario optimis limbah padat diolah (a), limbah cair diolah biogas (b), COD (c) dan total emisi (d)	62
4.15 Skenario optimis total profit (a) dan biaya produksi (b).....	62

4.16 Gambar 4.16 Skenario moderat limbah padat diolah kompos (a) , limbah cair diolah biogas (b), COD (c) dan total emisi (d)	64
4.17 Skenario moderat total profit (a) dan biaya produksi (b).....	64
4.18 Gambar 4.18 Skenario pesimis limbah padat diolah kompos (a), limbah cair diolah biogas (b), COD (c) dan total emisi (d)	66
4.19 Gambar 4.19 Skenario pesimis biaya produksi (a) dan total profit (b)	66
4.20 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter limbah padat diolah kompos	67
4.21 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter limbah cair diolah biogas	67
4.22 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter COD.....	68
4.23 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter total emisi	68
4.24 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter biaya produksi.....	68
4.25 Perbandingan hasil berbagai skenario pada parameter total profit	69
4.26 Proyeksi emisi CO ₂ <i>eq</i> yang dihasilkan setiap skenario	75
4.27 Pengaruh berbagai skenario pada limbah padat olah kompos	75
4.28 Pengaruh berbagai skenario pada limbah cair diolah biogas	76
4.29 Pengaruh berbagai skenario pada biaya produksi	76
4.30 Pengaruh berbagai skenario pada total profit.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. <i>User Interface</i> Model.....	84
Lampiran 2. Identifikasi Parameter.....	86
Lampiran 3. Identifikasi Parameter.....	88
Lampiran 4. Formulasi Simulasi.....	96



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rantai pasok (*Supply Chain*) merupakan suatu jaringan pada perusahaan yang bergerak secara bersama-sama untuk menciptakan (produk) dan mengantarkan ke pada konsumen akhir. Jaringan ini dimulai dari pemasok bahan mentah (bagian hulu) sampai ke distributor (bagian hilir) yang memiliki keterkaitan satu sama lain. Menurut Rasyid (2015), aktifitas-aktifitas dalam rantai pasokan mengubah sumber daya alam, bahan baku, dan komponen-komponen dasar menjadi produk-produk jadi yang akan disalurkan ke konsumen akhir. Peran terpenting *stake holder* dalam rantai pasok adalah petani, pengepul, pabrik dan customer (Suryaningrat, 2015). Pada setiap rantai pasok di industri baik di pangan dan non pangan memiliki peluang untuk menciptakan polusi, limbah dan bahan berbahaya bagi lingkungan. Dengan peluang yang dapat ditimbulkan oleh kegiatan industri dapat menimbulkan perubahan pada lingkungan di sekitar industri yang bersangkutan.

Agroindustri kopi rakyat Ketakasi di Desa Sidomulyo memiliki potensi untuk memberikan dampak negatif bagi lingkungan pada setiap rantainya. Dalam pengolahan kopi di agroindustri kopi rakyat di Desa Sidomulyo dengan pengolahan primer dan pengolahan sekunder. Pengolahan kopi primer dilakukan dengan cara semi basah dan kering, sedangkan pengolahan sekunder dilakukan dengan pengolahan kopi bubuk. Pada proses pengolahan kopi secara semi basah, dihasilkan biji kopi dan limbah kopi berupa kulit kopi. Proses pengolahan kering menghasilkan limbah kulit kopi berupa limbah padat.

Berdasarkan wawancara dengan ketua pabrik Ketakasi Sidomulyo di ketahui bahwa pengolahan rata-rata pabrik Ketakasi pada bulan Juli- September (panen raya) sebanyak 15 ton per hari. Pengolahan yang dilakukan menghasilkan limbah padat dan cair sebanyak 27.000 liter limbah cair dan 3 ton limbah padat. Pengolahan limbah lebih lanjut telah diterapkan pada pabrik Ketakasi yaitu pengolahan kompos untuk limbah padat dan pengolahan biogas untuk limbah cair. Pengolahan kompos di pabrik Ketakasi per bulan hanya mampu mengolah

sebanyak 2 ton dengan rata-rata perhari 120 kg, sedangkan pengolahan biogas di pabrik Ketakasi per bulan sebanyak 150 m³ dengan rata-rata perhari 5 m³. Meskipun telah dilakukan proses pengolahan limbah, hal tersebut masih belum cukup untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari limbah padat dan cair karena perbandingan limbah padat dan cair yang dihasilkan dengan pengolahan limbah masih berbanding jauh.

Selain pengolahan kopi secara primer dan sekunder yang menimbulkan dampak bagi lingkungan, aktifitas pada kebun dan pendistribusi juga menyumbang dampak negatif bagi lingkungan yang berasal dari emisi. Proses pengiriman bahan baku kopi dari kebun ke pabrik menggunakan tiga unit armada yaitu *truck*, *pick up* dan sepeda motor yang masing-masing memiliki kapasitas dan *trip* sendiri. Dengan penggunaan armada yang cukup banyak tersebut dapat menimbulkan dampak negatif emisi bagi lingkungan, sedangkan proses distribusi menggunakan *truck* untuk mengirim produk ke PT. Indokom Citra Persada. Aktivitas industri menyebabkan tingginya *climate change* akibat emisi N₂O, CH₄ dan CO₂ yang berasal dari proses perkebunan yaitu penggunaan pupuk kimia, proses produksi dan proses transportasi (Giandadewi, D.S., *et al*, 2017).

Konsep industri harus berwawasan lingkungan menyebabkan industri baik pangan dan non-pangan melakukan penyesuaian dengan konsep industri yang *green* dalam setiap proses mulai dari hulu (budidaya) sampai hilir (pendistribusian). Dalam perkembangannya konsep tersebut dikenal dengan konsep *Green Supply Chain Management* (GSCM). *Green supply chain management* merupakan konsep manajemen rantai pasok tradisional yang dipadukan dengan aspek lingkungan yang bertujuan untuk mengeliminasi atau mengurangi *waste* (energi, gas emisi, bahan kimia berbahaya dan limbah) di setiap jaringan rantai pasok (Sundarakani *et al.*, 2010). Pengurangan atau eliminasi dapat dilakukan dengan mengetahui pada rantai pasok bagian mana yang menimbulkan dampak bagi lingkungan paling besar. *Green supply chain management* juga dapat didefinisikan sebagai *green procurement* (pengadaan ramah lingkungan), *green manufacturing* (manufaktur ramah lingkungan), *green distribution* (distribusi ramah lingkungan), dan *reverse logistic* (logistik terbalik) (Ninlawan *et al.*, 2010).

Dalam rangka penerapan *green supply chain management* pada industri terdapat beberapa faktor yang bersifat kompleks, dinamis dan probabilistik sehingga diperlukan sebuah pendekatan yang dapat menentukan keputusan dan kebijakan guna tercapainya industri yang *green* yaitu tidak menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan. Pendekatan yang akan digunakan yaitu pendekatan dengan sistem dinamis, pendekatan ini di gunakan karena sistem dinamis memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode peramalan yang konvensional lainnya. Kelebihan dari sistem dinamis dapat memproyeksikan peramalan untuk masa depan dan dapat membangun faktor-faktor yang kompleks menjadi lebih sederhana.

Model sistem dinamis dapat memberikan perkiraan yang lebih handal dari pada model statistik, model sistem dinamik menyediakan cara untuk memahami penyebab perilaku industri, mendeteksi terhadap perubahan dini dalam struktur industri dan penentuan faktor-faktor yang meramalkan perilaku secara signifikan dan sensitif. Model sistem dinamik memungkinkan penentuan skenario yang masuk akal sebagai masukan untuk keputusan dan kebijakan dalam perusahaan (Axella dan Suryani, 2012). Menciptakan sebuah industri yang *green* memiliki kompleksitas yang tinggi, banyak parameter-parameter bermunculan dan perilaku yang dapat terjadi dalam proses mengurangi dampak bagi lingkungan di Agroindustri Kopi Ketakasi Sidomulyo. Oleh karena itu diperlukanya penerapan *green supply chain management* pada agroindustri kopi dengan pendekatan sistem dinamis sehingga kegiatan pada rantai pasok yang memberikan dampak negatif bagi lingkungan dapat dikurangi dan dikendalikan dengan skenario yang tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada pada agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo dimana kegiatan di sepanjang rantai pasok berpotensi menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan. Meskipun telah dilakukan minimalisasi dampak bagi lingkungan dengan pengolahan limbah lebih lanjut, hal tersebut belum cukup karena kapasitas olah limbah dan limbah yang dihasilkan lebih banyak limbah yang dihasilkan. Pengolahan limbah cair perhari hanya mampu sebanyak 5 m³ dan limbah padat sebanyak 120 kg, sedangkan limbah yang dihasilkan lebih

besar dari kapasitas olah limbah. Proses pengangkutan hasil panen ke pabrik dengan armada dan *trip* yang cukup banyak dapat menimbulkan dampak emisi bagi lingkungan. Adanya dampak lingkungan yang cukup besar di setiap rantai pasok agroindustri kopi rakyat Ketakasi Desa Sidomulyo Jember merupakan potensi masalah bagi lingkungan yang akan dihadapi oleh industri tersebut.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis sistem rantai pasok di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo.
2. Merancang model sistem dinamis *green supply chain management* pada agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo Jember.
3. Memilih skenario kebijakan yang dapat mengurangi limbah dan emisi yang dihasilkan oleh agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo Jember.

1.4 Batasan Penelitian

1. Penelitian hanya dilakukan pada perkebunan rakyat yang ada pada agroindustri kopi Ketakasi Sidomulyo Jember.
2. Penelitian *green supply chain management* dilakukan pada rantai pasok mulai tahap budidaya, pengolahan kopi secara primer sampai pada distribusi produk kopi kepada PT. Indokom Citra Persada.
3. *Green supply chain management* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *green manufacturing* dan *green distribution*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Pihak industri kopi dapat menerapkan konsep *green supply chain management* untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas dari industri itu sendiri.
2. Pihak industri kopi dapat meminimalkan biaya dan energi pada setiap proses dalam rantai pasok dengan penerapan *green supply chain management*.
3. Pihak industri kopi dapat menerapkan kebijakan model yang *green supply chain management* yang telah di rancang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rantai Pasok (*Supply Chain*)

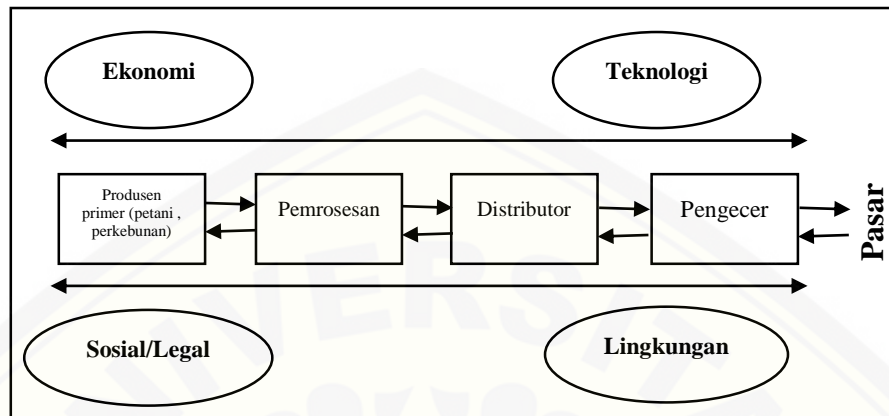
Rantai pasok merupakan kegiatan pada suatu industri dari hulu sampai hilir yang memiliki hubungan satu sama lain dan membentuk suatu rantai nilai. Rantai pasok terdiri dari beberapa unsur dan pihak-pihak yang terlibat dalam industri baik secara langsung maupun tidak langsung. Unsur yang terkait dengan rantai pasok yaitu semua kegiatan yang terjadi pada industri tersebut mulai dari masuknya bahan baku sampai menghasilkan produk yang dikonsumsi oleh konsumen akhir. Pihak-pihak yang terlibat pada sebuah rantai pasok yaitu petani sebagai pemasok bahan baku sampai dipergunakan oleh konsumen akhir.

Menurut Rasyid (2015) dengan kata lain, *supply chain* merupakan suatu jaringan perusahaan yang secara bersama-sama bekerjasama untuk menciptakan dan mengantarkan produk sampai ke tangan konsumen akhir. Rangkaian atau jaringan ini terbentang dari penambang bahan mentah (di bagian hulu) sampai *retailer* atau toko (pada bagian hilir). Aktifitas-aktifitas dalam rantai pasokan mengubah sumber daya alam, bahan baku, dan komponen-komponen dasar menjadi produk-produk jadi yang akan disalurkan ke konsumen akhir”.

2.1.1 Rantai Pasok Agroindustri

Rantai pasok agroindustri tidak terlepas dari sistem yang lebih lengkap. Dalam hubungan antara produsen dan distributor dipengaruhi oleh faktor ekonomi, teknologi sosial, legal dan lingkungan. Faktor-faktor ini akan saling mengisi satu sama lain dalam menciptakan sebuah sistem rantai pasok. Gambar 2.1 adalah skema dari dimensi-dimensi yang berpengaruh pada sistem rantai pasok. Dimensi ekonomi berhubungan dengan efisiensi rantai pada manfaat-biaya dan orientasi pelanggan. Peningkatan dari efisiensi dan profit diperoleh dari kerjasama pada kolom yang berkesesuaian. Dimensi lingkungan dengan cara produksi yang ramah lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi komoditas pertanian dapat dimanfaatkan lagi sebagai produk yang bernilai jual atau di daur ulang dari produk yang berkualitas rendah. Dimensi teknologi berhubungan dengan penerapan teknologi, teknologi informasi dan komunikasi serta sistem logistik yang berguna

untuk memperbaiki kinerja. Dimensi sosial dan legal berhubungan dengan norma yang telah ada dan harus di patuhi agar tidak merugikan berbagai pihak (Ruben *et al.*, 2006).



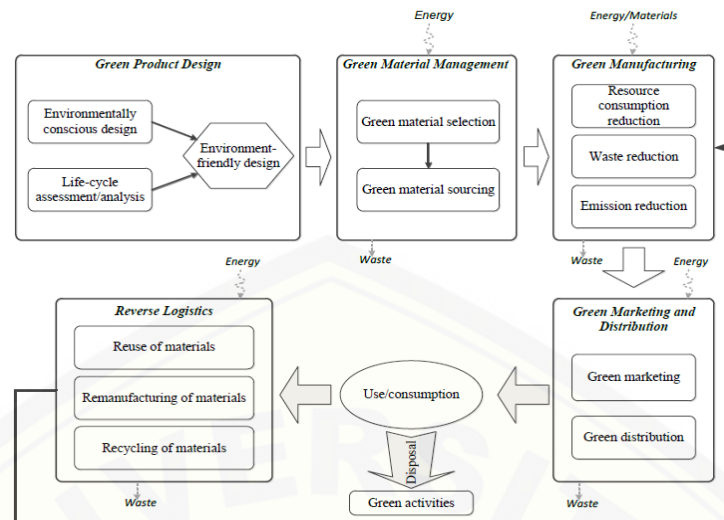
Gambar 2.1. Skema dimensi–dimensi yang berpengaruh pada sistem rantai pasok
(Sumber : Ruben *et al.*, 2006)

2.1.2 Konsep *Green Supply Chain Management*

Green supply chain merupakan konsep manajemen rantai pasok yang berfokus pada aspek lingkungan yang akan ditimbulkan pada setiap kegiatan rantai pasok (*supply chain*). GSC bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalisir limbah yang timbul (energi, emisi, bahan kimia/berbahaya, limbah padat) di sepanjang rantai pasok (*supply chain*) sehingga GSC dapat membantu organisasi atau pelaku industri mengembangkan strategi”*win-win*” yang dapat meraih keuntungan besar dengan menurunkan risiko lingkungan dan dampaknya, sekaligus meningkatkan efisiensi ekologisnya (Ninlawan *et al.*, 2010).

Isu tentang konsep industri yang berwawasan lingkungan telah memaksa industri melakukan penyesuaian dengan konsep *green industries* dalam setiap proses bisnisnya. Dalam perkembangannya dikenal sebagai konsep *Green Supply Chain Management* (GSCM).

Menurut Ghobakhloo *et al* (2013) dalam jurnal tentang kerangka terpadu pada implementasi konsep GSCM, menggambarkan secara sistematis bahwa *Green Supply Chain Management* = Desain Produk Ramah Lingkungan + Manajemen *Material* Ramah Lingkungan + Proses Produksi Ramah Lingkungan + Distribusi dan Pemasaran Ramah Lingkungan + *Reverse Logistics* (RL).



Gambar 2.2. Kerangka Penerapan *Green Supply Chain Management*
(Sumber : Ghobakhloo *et al.*, 2013)

Kerangka penerapan *Green Supply Chain Management* pada Gambar 2.2 menunjukkan desain produk ramah lingkungan memuat *Environmentally Conscious Design* (ECD) dan analisis siklus hidup ramah lingkungan (*Life Cycle Assessment*). Proses manufaktur ramah lingkungan terdiri dari pengurangan konsumsi bahan baku/*material*, pengurangan sampah, pengurangan emisi, dan RL sebagai penutup yaitu *reuse*, *remanufacturing*, dan *reycling* barang tidak terpakai menjadi barang baru yang bernilai atau produk lain untuk meningkatkan nilai tambah (Ghobakhloo *et al.*, 2013).

2.1.3 Emisi

Indikator lingkungan yang juga berperan menyumbang dampak bagi lingkungan yaitu emisi atau pencemaran udara. Emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan yang digunakan untuk transportasi dan emisi yang dikeluarkan oleh mesin pengolahan kopi. Emisi udara dihasilkan dari pembakaran bahan bakar (*Fuel Oil*). Indikator yang digunakan untuk mengukur dampak lingkungan yaitu gas rumah kaca yang meliputi emisi CO₂ (Karbon dioksida), emisi N₂O (*Nitrous Oxide*) dan emisi CH₄ (Metana).

Menurut Tiarani., *et al* (2016) faktor emisi udara mengacu pada emisi internasional, seperti IPCC, CORINAIR dan US EPA. Tabel 2 merupakan faktor emisi udara menurut emisi internasional.

Tabel 2.1. Faktor Emisi

Jenis Bahan Bakar	CO ₂ (g/MJ)	CH ₄ (g/MJ)	N ₂ O (g/MJ)
Bensin	69,3	0,033	0,0032
Solar	74,1	0,0039	0,003
Biosolar	70,8	0.003	0.0006

Sumber : IPCC (2006), Compendium (2009)

Beban emisi di udara dihitung dengan menggunakan rumus (Compendium, 2009) :

$$Volume\ BB\ \alpha = (Jumlah\ BB\ \alpha * massa\ jenis\ BB\ \alpha) / 1000$$

$$Energy\ of\ \alpha = volume\ BB\ \alpha * HVV\ BB\ \alpha$$

$$Emisi = (Energy\ of\ \alpha \times faktor\ emisi) / 10^{10}$$

Keterangan :

$$HVV\ Solar = 3,87 \times 10^{10} \text{ ton J/m}^3$$

$$HVV\ Bensin = 3,49 \times 10^{10} \text{ ton J/m}^3$$

$$Massa\ Jenis\ BB\ \alpha = Solar\ (0,84)\ bensin\ (0,75)$$

$$Emisi = Emisi\ total\ (Ton)$$

$$Volume\ BB\ \alpha = Jumlah\ bahan\ bakar\ yang\ digunakan\ (m^3)$$

$$Energy\ of\ \alpha = Jumlah\ energi\ yang\ dikeluarkan\ bahan\ bakar\ (J)$$

$$\alpha = Jenis\ bahan\ bakar\ (bensin/solar/LGP)$$

2.2 Agroindustri Kopi Rakyat Ketakasi Sidomulyo

Menurut Suryaningrat., *et al* (2016) Desa Sidomulyo terletak di Kecamatan Silo Kabupaten Jember, Jawa Timur. Desa Sidomulyo berada di area yang dikelilingi oleh pegunungan atau perbukitan, sehingga dilihat dari potensi alamnya, Desa Sidomulyo termasuk desa perkebunan dimana mayoritas penduduknya adalah petani kopi. Tanaman kopi mempunyai peran penting pada bidang sosial ekonomi yang mampu menunjang kesejahteraan penduduk. Desa Sidomulyo merupakan salah satu produsen kopi di Kecamatan Silo yang telah memiliki lembaga penunjang Koperasi Buah Ketakasi yang berperan penting pada keberadaan petani kopi. Pada tahun 2010 Sidomulyo telah memiliki kerjasama dengan PT Indokom Citra Persada. Dimana hasil pengolahan kopi semi basah dipasarkan oleh PT Indokom Citra Persada’.

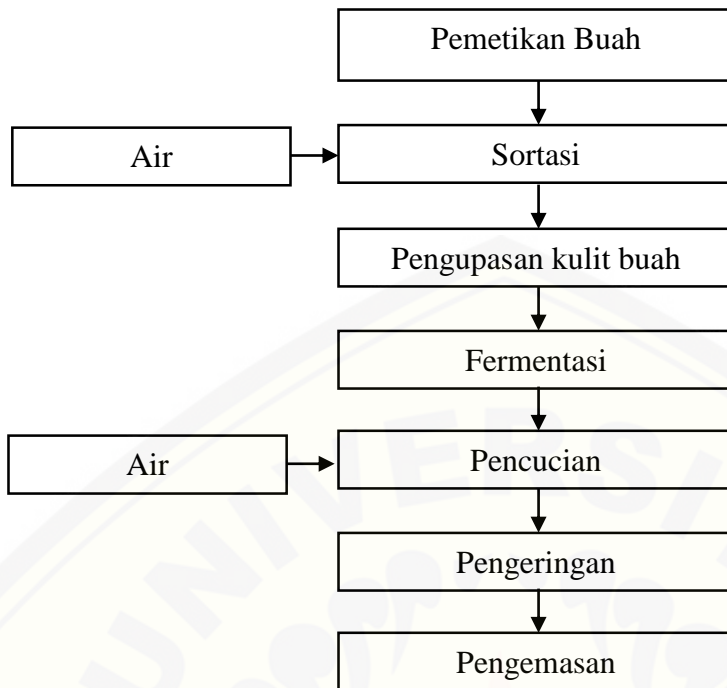
Komoditas kopi merupakan salah satu komoditas penting dalam sub sektor perkebunan dan merupakan penyumbang devisa negara Indonesia, karena Indonesia menjadi penghasil kopi ketiga terbesar didunia setelah Brazil dan Vietnam. Kopi dapat tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan, tetapi untuk mendapatkan hasil panen optimal pada kopi diperlukan persyaratan tertentu pada penanaman seperti elevasi (tinggi tempat), temperatur dan tipe curah hujan (Saragih,2007).

Kopi yang ada pada Desa Sidomulyo termasuk pada kopi berjenis robusta, kopi robusta tersebut biasa diolah menjadi biji kopi kering yang kemudian didistribusikan kepada tengkulang yang telah mejalin kerjasama. Pengolahan kopi dibagi menjadi pengolahan semi-basah (kering) dan basah. Pada proses pengolahan tersebut didapat output berupa biji kopi kering dan limbah padat dan cair berupa kulit kopi dan air bekas pencucian dan persebusan.

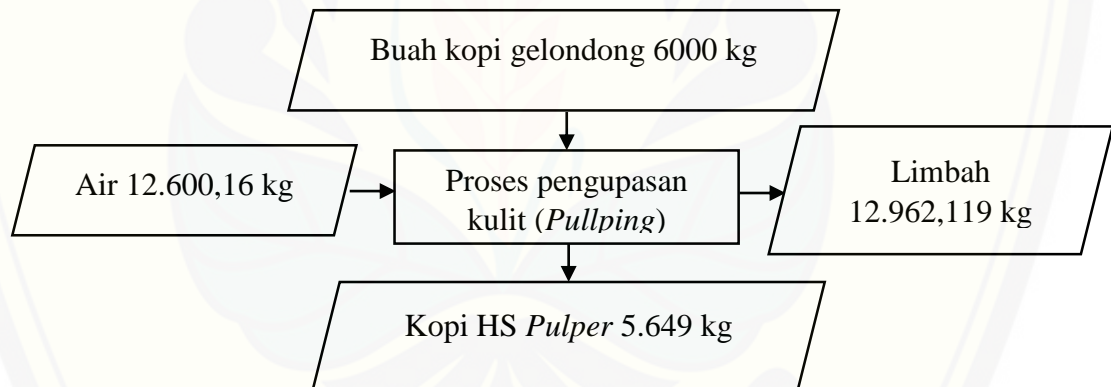
2.2.1 Poses Pengolahan Kopi Semi Basah

Proses pengolahan kopi semi basah dilakukan untuk menghemat air dan menghasilkan kopi dengan cita rasa yang khas dan berwarna khas yaitu gelap. Kopi yang diolah dengan semi basah secara umum mutunya lebih baik dari pengolahan kering. Proses pengolahan semi basah lebih singkat dibandingkan pengolahan kopi secara basah (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2012).

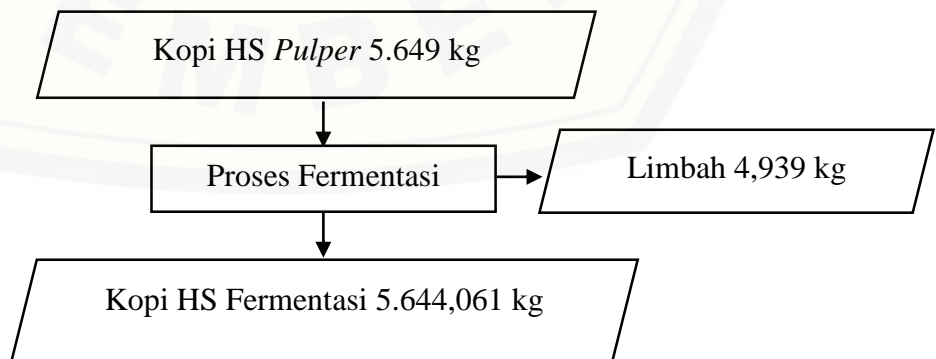
Proses pengolahan kopi semi basah dimulai dari pemetikan buah, sortasi buah, pengupasan, fermentasi, pencucian, pengeringan dan terakhir pengemasan. Hasil analisis neraca massa pengolahan kopi semi basah di pabrik Ketakasi telah dilakukan oleh Sari (2006), sehingga dihasilkan neraca massa pengolahan kopi semi basah di pabrik Ketakasi sebagai berikut :



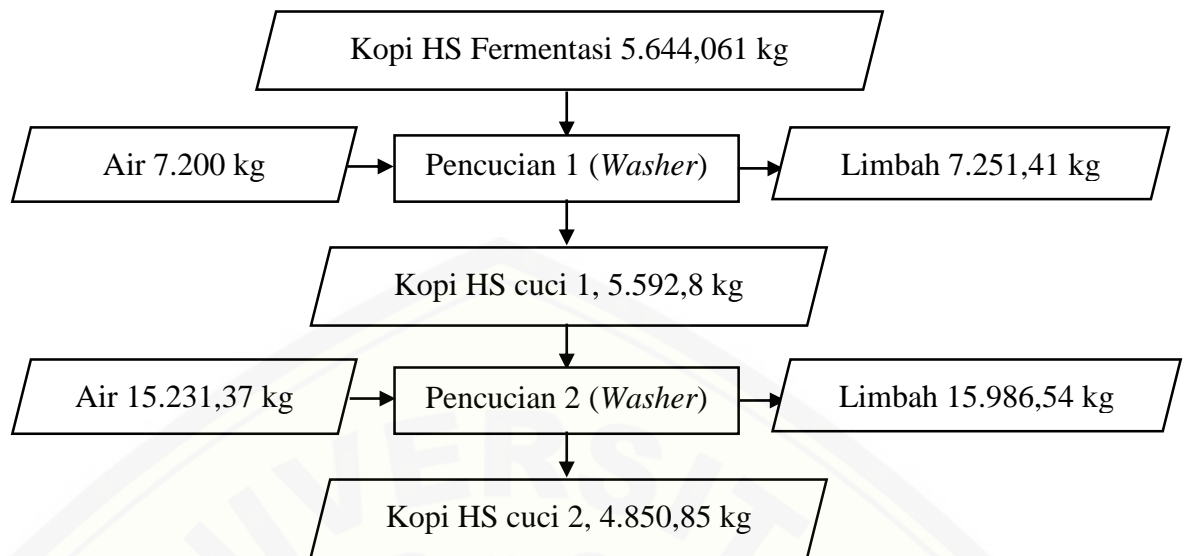
Gambar 2.3. Proses pengolahan kopi semi basah di pabrik Ketakasi



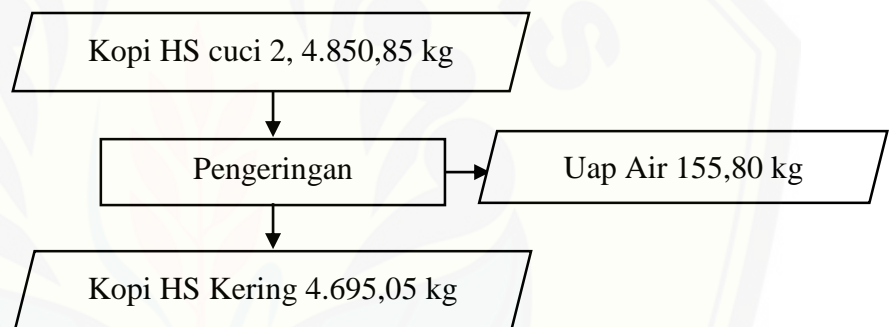
Gambar 2.4. Neraca Massa Proses Pengupasan Buah Kopi Gelondong



Gambar 2.5. Neraca massa proses fermentasi



Gambar 2.6. Neraca massa proses pencucian

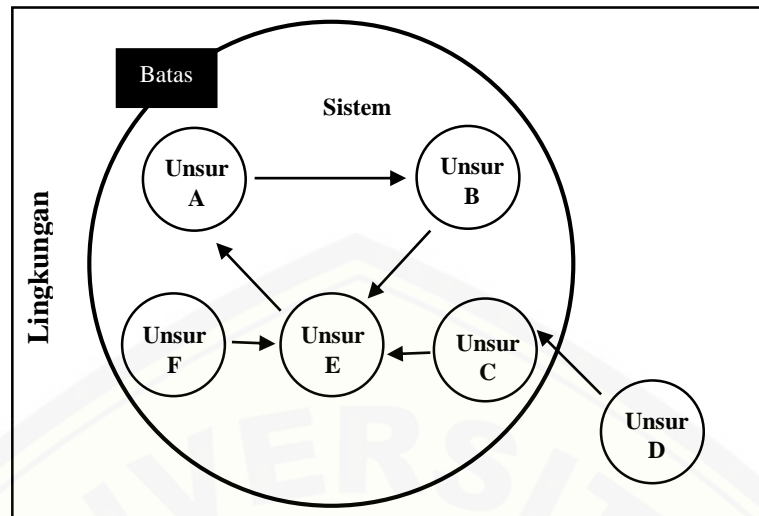


Gambar 2.7. Neraca massa proses pencucian

2.3 Sistem Dinamis

2.3.1 Pengertian Sistem

Sistem adalah keseluruhan interaksi antara unsur dari sebuah *obyek* dalam lingkungan tertentu yang bekerja sama untuk mencapai tujuan. Syarat awal untuk berpikir sistemik adalah adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem. Kejadian apapun baik fisik maupun non-fisik, dipikirkan sebagai unjuk kerja atau dapat berkaitan dengan unjuk kerja dari keseluruhan interaksi antar unsur sistem dalam batas lingkungan tertentu (Aminullah E. dan Muhammadi, 2001).



Gambar 2.8. Berpikir sistem (Sumber : Aminullah E. dan Muhammadi, 2001)

2.3.2 Definisi Sistem Dinamis

Sistem dinamis atau model dinamis adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain dalam suatu kurun waktu. Setiap variabel tersebut memiliki nilai numerik sendiri dan sudah merupakan bagian dari dirinya (Nuroniah,2003).

Pemasalahan yang dimodelkan pada sebuah pendekatan sistem dinamis yaitu mengandung dua karakteristik. Karakteristik pertama adalah masalah yang akan dimodelkan mempunyai sifat dinamis yang berarti kuantitas pada permodelan berubah menurut waktu sehingga dapat dipresentasikan dalam grafik kuantitas terhadap waktu. Sedangkan karakteristik kedua yaitu adanya sistem umpan balik (*feedback system*). Dalam sistem dinamis, diamati tingkah laku sistem tersebut dengan langkah-langkah yang diawali dan diakhiri dengan pemahaman terhadap sistem dan permasalahannya, sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup (Nuroniah,2003).

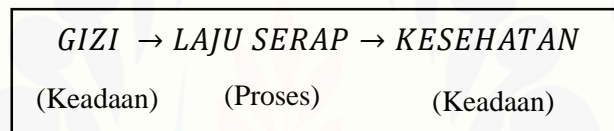
2.3.3 Permodelan Dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Menurut Nuroniah (2003) pembuatan model merupakan suatu pendekatan secara simbolis untuk menggambarkan suatu peristiwa yang terjadi dengan mengambil acuan dari suatu kenyataan yang telah ada. Penggambaran kejadian tersebut dilakukan untuk menyederhanakan suatu masalah dan memberikan batasan-batasan agar dapat digunakan sebagai alat pengambil keputusan”.

2.3.4 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab-akibat ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut adalah panah yang saling mengait, sehingga membentuk sebuah diagram simpal (*causal loop*), di mana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat (Aminullah E. dan Muhammadi, 2001).

Pada unsur sebab maupun akibat, atau salah satu diantaranya (sebab saja atau akibat saja) harus merujuk keadaan yang terukur, baik secara kuantitatif untuk keadaan nyata (*actual*). Logika yang harus di ketahui yaitu proses (*rate*) sebagai sebab yang menghasilkan keadaan (*level*) sebagai akibat, ataupun sebaliknya. Informasi dari keadaan sebagai sebab menghasilkan pengaruh pada proses sebagai akibat (Aminullah E. dan Muhammadi, 2001).



Gambar 2.9. Contoh Sebab Akibat Kesehatan (Sumber : Aminullah E. Dan Muhammadi, 2001)

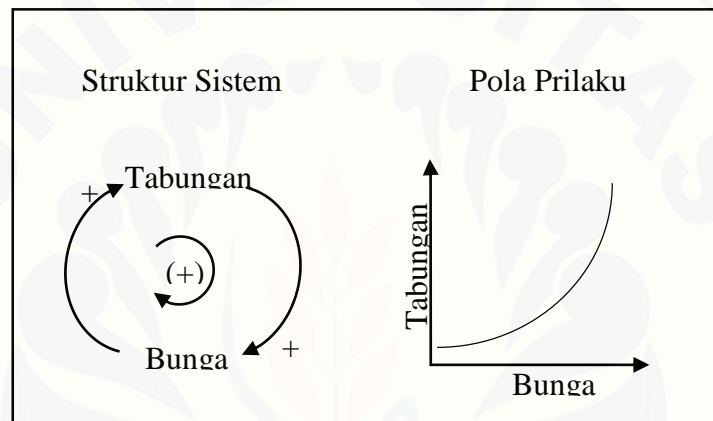
2.3.5 Perilaku Sistem dan Pola Dasar

Alat bantu yang dapat memudahkan upaya penstrukturan sistem adalah melalui diagram simpal kausal (sebab akibat). Penstrukturan secara rinci tersebut bukan berarti membuat kompleksitas, tetapi sesuai dengan maksud dari berpikir secara sistemik yaitu untuk mengungkapkan sebuah kompleksitas menjadi lebih sederhana. Dalam perkembangannya, penyederhanaan kompleksitas telah dikembangkan menjadi pola-pola struktur dinamis, di mana setiap masing-masing pola memiliki perbedaan pola perilaku dinamis. Pola-pola perilaku dinamis tersebut dapat dipakai sebagai pedoman awal dalam membangun sebuah struktur dinamis yang lebih rinci atau untuk keperluan analisis (Aminullah E. dan Muhammadi, 2001).

Dari hasil pengkajian oleh pakar secara empiris terdapat puluhan bahkan ratusan perilaku dinamis, namun sudah dapat diidentifikasi empat pola dasar perilaku dinamis hasil penyederhanaan kompleksitas dinamis. Masing-masing pola

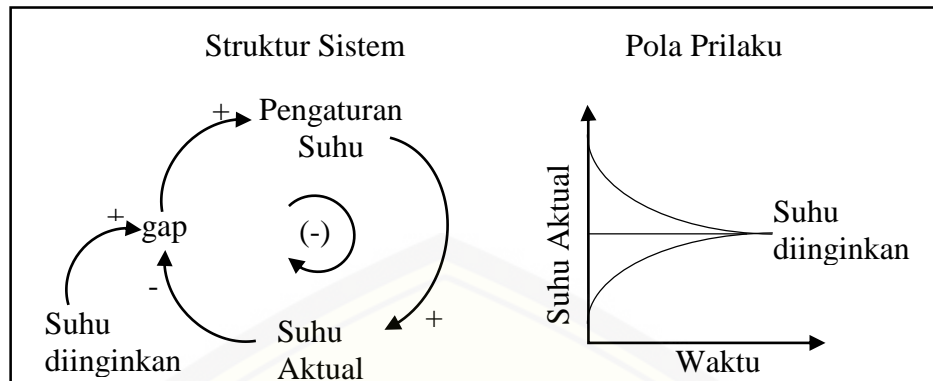
dasar perilaku dinamis tersebut adalah pertumbuhan eksponensial, mencari tujuan, bergelombang dan *S-shaped growth* (Rohmatulloh, 2007).

Pola perilaku pertumbuhan expoensial atau pola salju disebabkan oleh dominasi penagruh positif. Umpan balik positif memberikan efek perubahan penguatan pada banyaknya suatu kejadian. Pertama-tama pertumbuhannya lambat tapi seiring berjalannya waktu pertumbuhan mnejadi cepat. Contoh pola perilaku pertumbuhan exponensial dapat dilihat pada Gambar 2.8. Struktur dan pola prilaku modal simpanan uang di bank jika semakin besar saldo akan berpengaruh pada besar bunga yag diterima.



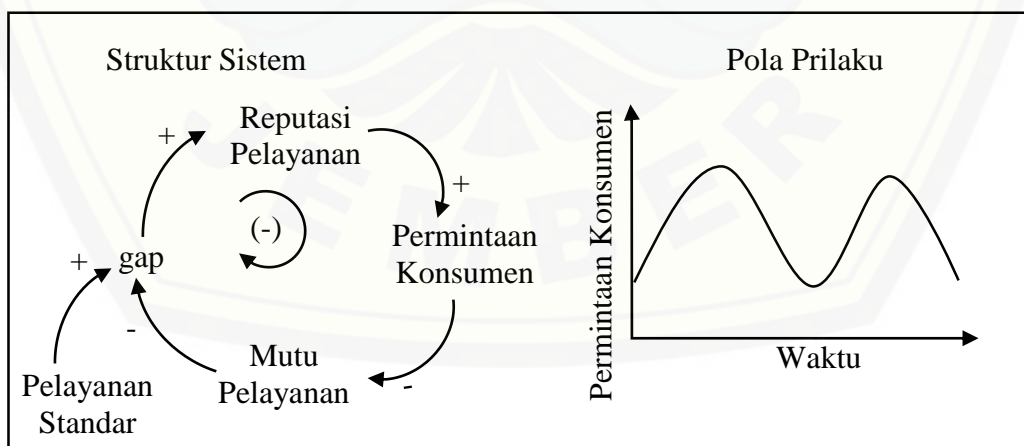
Gambar 2.10. Pola Perilaku Pertumbuhan Exponensial (Sumber : Rohmatulloh, 2007)

Pola perilaku mencari tujuan disebabkan oleh umpan balik negatif dimana simpal yang diinginkan yaitu keseimbangan dan statis. Simpal umpan negatif memberikan pengaruh pada sistem untuk mencapai tujuan atau tujuan yang diinginkan. Pola ini sama seperti sistem tindakan koreksi dimana terdapat penundaan karena pengaruh waktu pada setiap bagian pola gelombang. Contoh pola perilaku mencari tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.9. Struktur sistem dan pola prilaku pada pengaturan suhu temperatur menginginkan suhu yang telah ditetapkan, suhu aktual akan mengikuti suhu diinginkan sehingga jika suhu aktual melebihi suhu diinginkan maka suhu aktual akan menurun menyesuaikan suhu diinginkan.



Gambar 2.11. Pola Perilaku Mencari Tujuan (Sumber : Rohmatulloh, 2007)

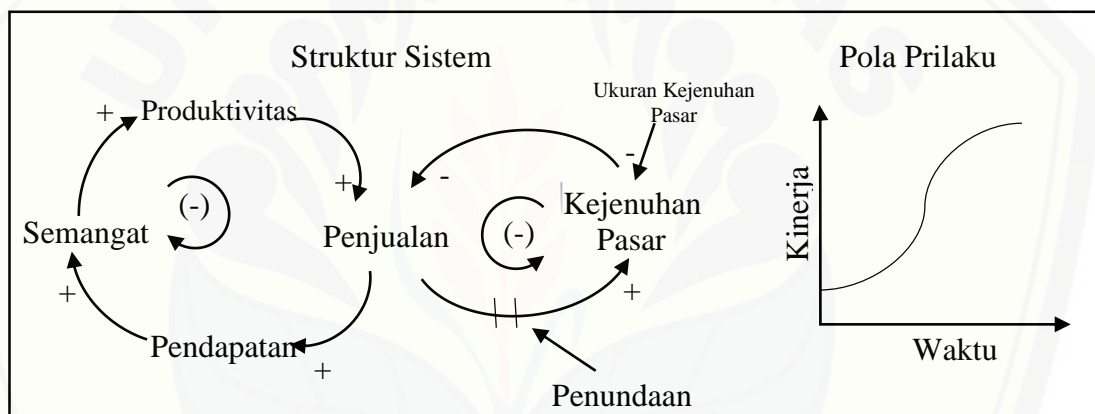
Pola perilaku bergelombang yaitu mencari sebuah tujuan yang disebabkan oleh simpal umpa balik negatif dengan penambahan penundaan. Pola ini memiliki perilaku tindakan perbaikan dengan penundaan karena kejadian yang diinginkan dengan kejadian aktual menimbulkan kesenjangan. Sehingga masalah yang akan dipecahkan membutuhkan tindakan koreksi tetapi mengalami penundaan, artinya koreksi tidak akan langsung menyelesaikan sebuah perbaikan, sehingga masalah akan meningkat yang berdampak pada tindakan koreksi kedua lebih besar dari tindakan koreksi pertama. Kejadian ini terus berlanjut seiring berjalannya waktu dan menimbulkan kejadian naik turun (bergelombang). Contoh pola perilaku mencari tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.10. Struktur sistem dan pola perilaku pada jasa layanan.



Gambar 2.12. Pola Prilaku Bergelombang (Sumber : Rohmatulloh, 2007)

Pola perilaku *S-shaped growth* yaitu pola batas pertumbuhan awalnya pertumbuhan yang eksponensial namun secara perlahan dan lambat menuju kondisi

di mana pencapaian sistem berada pada keseimbangan, sehingga membentuk huruf “S”. Pola ini disebabkan oleh kombinasi dari simpal positif dan simpal negatif. Pola batas pertumbuhan memiliki empat unsur penunjang yaitu kejadian aktual, kejadian diinginkan, kesenjangan dan tindakan koreksi. Kesenjangan (kejadian diinginkan dengan kejadian aktual) timbul untuk memecahkan masalah yang memerlukan tindakan koreksi besar pada awal dan makin lama menuju nol. Jika terdapat penundaan, tindakan koreksi selanjutnya akan melewati batas kejadian diinginkan dan kemudian menurun kembali. Demikian seterusnya, jika batas adalah yang dapat di ubah-ubah, maka terjadi gelombang pada keadaan tunak.). Contoh pola perilaku mencari tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.11. Struktur sistem dan pola perilaku pada kasus sebuah penjualan.


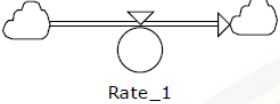

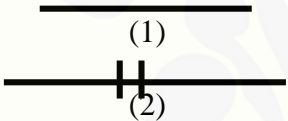


Gambar 2.13. Pola Perilaku *S-shaped growth* (Sumber : Rohmatulloh, 2007)

2.3.6 Stock Flow Diagram (SFD)

Stock Flow Diagram (SFD) adalah suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel satu dengan variabel yang lainnya. Di bawah ini merupakan simbol-simbol dalam *Stock Flow Diagram* :

Tabel 2.2 Simbol-simbol pada *Stock Flow Diagram* (SFD)

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Stock/State/Level</i>	Akumulasi
	<i>Rate/Flow</i>	Aliran yang terdiri dari awan (sebagai sumber atau buangan suatu aliran), katup dan saluran aliran.
 Auxiliary_1 Constant_1	<i>Auxiliary</i> dan <i>Constant</i>	Simbol dari konstanta atau penghubung yang berfungsi sebagai penghitung dalam simulasi model.
	1. <i>Causal Link</i> 2. <i>Causal Link with Delay</i>	Sebagai representasi variabel sebab atau akibat dengan atau tanpa penundaan yang berhubungan (sebagai penghubung antar konstanta, level dan flow).

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang *Green Supply Chain Management* dengan pendekatan sistem dinamis telah dilakukan oleh peneliti lain dimana penelitian tersebut dijadikan acuan oleh peneliti dalam melakukan kegiatan penelitian tentang *Green Supply Chain Management*.

Penelitian tentang studi kelayakan teknoekologi dan sosial untuk menerapkan *green supply chain management* (studi kasus di agroindustri pengolahan kopi desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember) oleh Verinta (2017). Penelitian ini dilakukan di Agroindustri Pengolahan Kopi di Desa Sidomulyo dengan tujuan mengetahui kelayakan dari segi teknoekologi dan sosial pada penerapan konsep GSCM di agroindustri pengolahan kopi Sidomulyo.

Penelitian tentang rancang bangun penilaian resiko mutu dalam rantai pasokan minyak sawit kasar dengan pendekatan sistem dinamis oleh Rahadiansyah dan Marimin (2011). Penelitian dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara IV

(Persero) Unit Adolina yang memiliki tujuan merumuskan ukuran kesuksesan manajemen terkait dengan ukuran kesuksesan tiap-tiap rantai pasok CPO dan pengembangan simulasi skenario kebijakan, baik skenario dasar, skenario perilaku dinamik, dan juga skenario penilaian resiko dimana terdapat parameter probabilistik dan ketidakpastian didalamnya, sehingga dihasilkan susunan rekomendasi kebijakan pada perusahaan terkait peningkatan kinerja.

Penelitian tentang analisis finansial penerapan konsep *green supply chain* manajemen pada pengolahan kopi oleh Suryaningrat., *et al* (2016). Penelitian ini bertujuan menerapkan konsep *green supply chain* manajemen yang dapat mengurangi dampak ekologi dari kegiatan industri tanpa mengurangi kualitas produk, namun dengan biaya, kinerja atau pemanfaatan energi yang tetap efisien. Hasil penelitian ini dengan menerapkan GSCM, limbah dari pengolahan kopi yang memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi sehingga menambah penghasilan dan tingkat kelayakan bagi pengolahan ini sekaligus.

Penelitian Aminudin M., *et al* (2014) tentang simulasi model sistem dinamis rantai pasok kentang dalam upaya ketahanan pangan nasional. Penelitian ini bertujuan mengetahui perilaku sistem rantai pasok kentang untuk 10 tahun ke depan dilihat dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Dari hasil penelitian diperoleh: (1) Sistem industri kentang nasional terdiri dari sub-sistem produksi, supplier/pasokan, dan konsumsi. (2) Sub-sistem produsen, dipengaruhi oleh variabel-variabel antara lain luas areal tanam, alih fungsi lahan (konversi), perluasan areal tanam (ekstensifikasi), agroekosistem, jumlah hari orang kerja, luas panen, dan pendapatan rumah tangga. Sub-sistem pemasok, dipengaruhi oleh variabel-variabel antara lain produksi kentang, konsumsi rumah tangga, konsumsi industri, pendapatan industri, pendapatan rumah tangga dan total konsumsi.. (3) Perilaku sistem rantai pasok kentang untuk 10 tahun kedepan dilihat dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan (keberlanjutan) menggunakan skenario peningkatan produktivitas kentang dari 16,56 ton/ha menjadi 17,56 ton/ha.

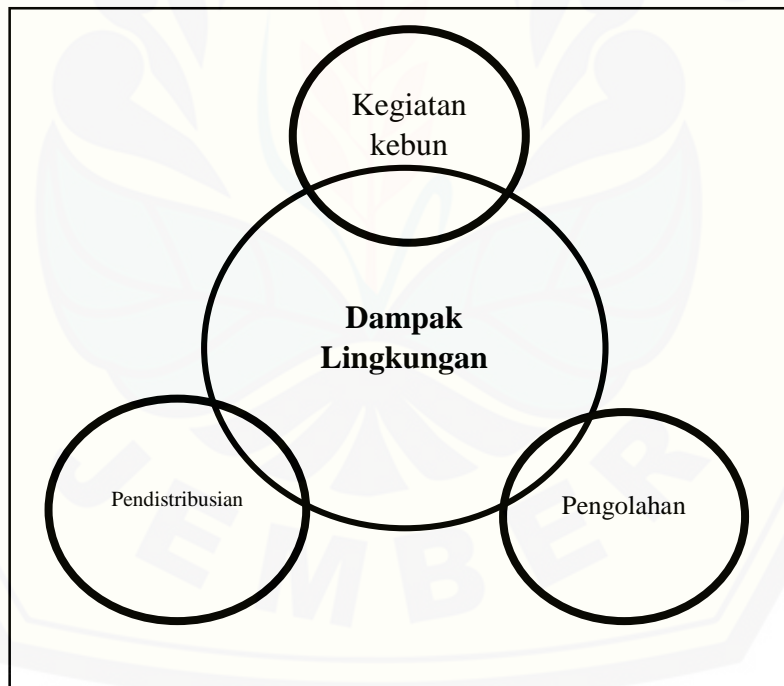
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

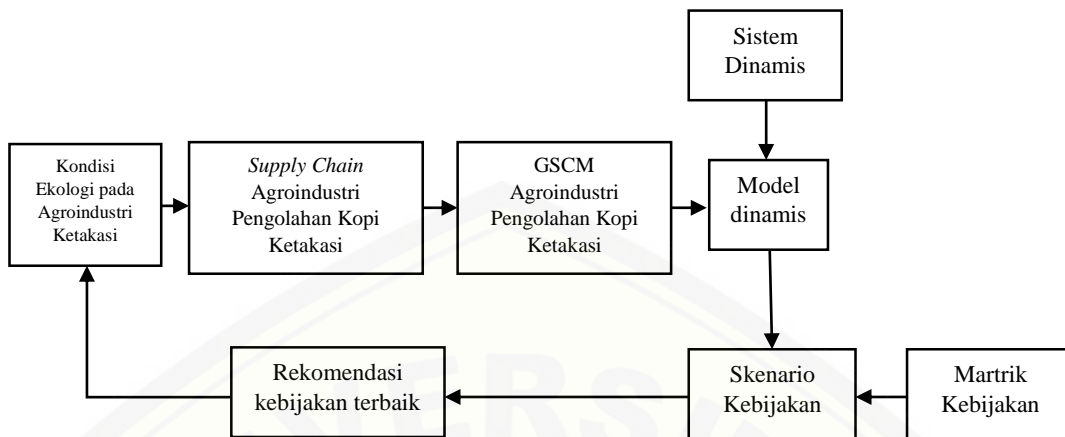
Penelitian ini direncanakan selama tiga bulan terhitung pada bulan Mei 2018 sampai Agustus 2018. Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Ketakasi Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember.

3.2 Kerangka Pemikiran

Dampak terhadap lingkungan disetiap rantai pasok agroindustri terus berkembang sepanjang waktu. Terjadinya dampak lingkungan akibat keterkaitan antara kegiatan di kebun, pengolahan dan pendistribusian produk olahan. Ketiga elemen tersebut merupakan mata rantai dari elemen rantai pengolahan kopi di agroindustri kopi Ketakasi yang saling mempengaruhi terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan (Gambar 3.1).



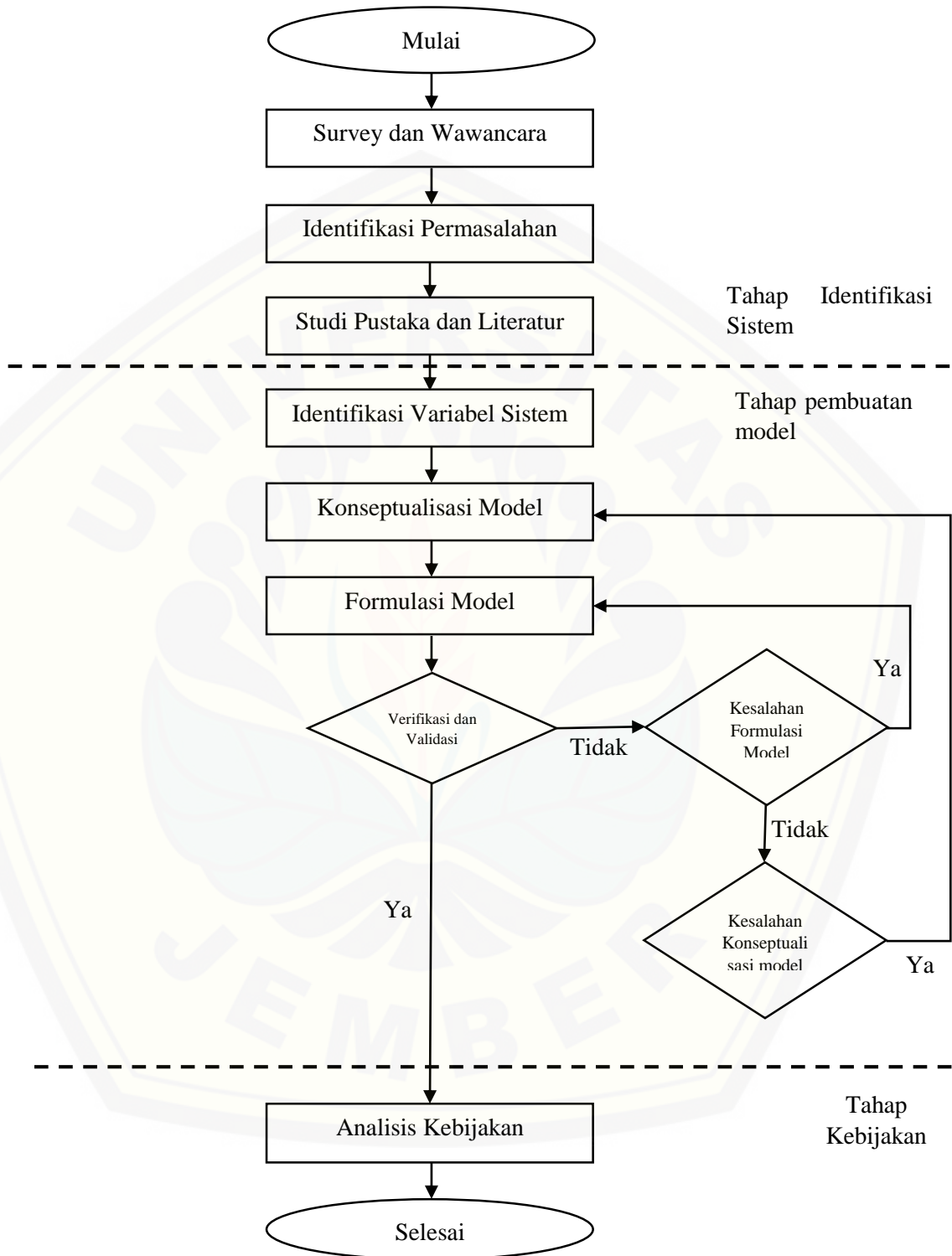
Gambar 3.1. Keterkaitan antar rantai pasok dengan dampak lingkungan



Gambar 3.2. Skema kerangka pemikiran penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan kondisi ekologi pada agroindustri pengolahan kopi Ketakasi. Dilanjutkan menganalisis *supply chain* pada agroindustri pengolahan kopi Ketakasi. Kemudian mengidentifikasi variabel kunci *green supply chain management* pada agroindustri pengolahan kopi Ketakasi. Setelah mengamati kondisi ekologi dan mengidentifikasi variabel kunci *green supply chain management* pada agroindustri pengolahan kopi Ketakasi, maka dilakukan perancangan dan pengembangan model dengan menggunakan sistem dinamis. Kemudian dilakukan suatu kebijakan untuk mengetahui kebijakan terbaik dalam mengurangi dampak lingkungan di agroindustri kopi Ketakasi Sidomulyo Jember. Skema kerangka pemikiran penelitian digambarkan pada Gambar 3.2.

3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.3. Diagram alir tahapan penelitian permodelan sistem dinamis

3.3.1 *Survey* dan Wawancara

Tahapan penelitian ini yaitu mengumpulkan data, diawali dengan *survey* dan wawancara di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo. *Survey* yang dilakukan yaitu mengunjungi pabrik pengolahan kopi Ketakasi. *Survey* dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada di pabrik Ketakasi Desa Sidomulyo.

Wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan cara berkomunikasi langsung dengan narasumber yaitu ketua pabrik Ketakasi Bapak Sunari. Wawancara yang dilakukan untuk memperoleh data mengenai sistem rantai pasok pengolahan kopi di pabrik Ketakasi, pengolahan limbah hasil dari produksi kopi, konsep lingkungan berdasarkan indikator lingkungan (GSCM), data produksi, data lahan, jumlah petani, pendapatan pabrik, jumlah karyawan pabrik, jumlah konsumsi bahan bakar, limbah produksi, peralatan pengolahan kopi (mesin), jumlah permintaan (*demand*), musim panen kopi, kapasitas produksi pabrik, jumlah tenaga kerja per unit pengolahan kopi, jam kerja karyawan, dan pembuangan limbah.

3.3.2 Identifikasi Masalah

Proses pengolahan kopi di pabrik Ketakasi menggunakan dua pengolahan yaitu pengolahan semi basah dan pengolahan kering. Pengolahan semi basah membutuhkan penggunaan air yang banyak, sehingga menghasilkan limbah cair yang banyak pula. Limbah cair tersebut di tampung pada kolam penampung limbah, namun kapasitas penampung limbah tidak dapat menampung semua limbah yang dihasilkan. Sisa dari limbah yang tidak dapat tertampung dibuang langsung ke sungai, hal ini dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan dan membahayakan ekosistem di sekitarnya. Kemudian emisi yang dihasilkan pada proses transportasi dari kebun ke pabrik dan transportasi distribusi dari pabrik ke PT. Indokom Citra Persada menimbulkan dampak bagi lingkungan yaitu emis yang dihasilkan.

3.3.3 Studi Pustaka dan Literatur

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif, dimana penelitian ini menghasilkan data berupa angka dan dideskripsikan ke dalam kata-kata tertulis dari data yang dihasilkan. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer.

Data sekunder didapat melalui kajian studi pustaka, studi pustaka dilakukan melalui buku, jurnal ilmiah, sumber dari internet dan penelitian terdahulu sesuai topik penelitian. Data sekunder ini berfungsi sebagai referensi, informasi serta teori yang digunakan pada penelitian. Data sekunder yang digunakan yaitu proses pengolahan kopi semi basah, *supply chain*, *green supply chain management* (GSCM), sistem dinamis yang diterapkan pada GSCM dan data hasil analisis neraca massa di pabrik Ketakasi oleh Sari (2006).

Data primer yang diambil dilakukan dengan cara wawancara langsung kepada *key informant* dan kepala pabrik yang mengetahui dan memiliki informasi pokok yang diperlukan untuk penelitian serta informan pendukung yaitu pekerja pabrik Ketakasi yang terlibat langsung pada proses pengolahan kopi. Metode *Purposive Sampling* digunakan pada penelitian ini untuk menentukan informan yang akan di wawancarai untuk memperoleh data. Menurut Sugiyono (2012) penentuan sampel dengan metode *Purposive Sampling* dipilih secara sengaja dan dengan pertimbangan tertentu.

Data primer yang dibutuhkan yaitu sistem rantai pasok pengolahan kopi di pabrik Ketakasi, pengolahan limbah hasil dari produksi kopi, indikator lingkungan, data produksi, data lahan, jumlah petani, pendapatan pabrik, jumlah karyawan pabrik, jumlah konsumsi bahan bakar, limbah produksi, peralatan pengolahan kopi (mesin), jumlah permintaan produk (*demand*), musim panen kopi, kapasitas produksi pabrik. Kemudian melakukan wawancara kepada pekerja atau operator masing-masing tahapan proses pengolahan kopi tentang jumlah tenaga kerja pe unit pengolahan kopi, jam kerja, dan pembuangan limbah.

3.3.4 Identifikasi Variabel Sistem

Tahapan penelitian identifikasi variable sistem adalah tahapan paling penting dalam penelitian ini. Setelah mengetahui permasalahan yang ada pada industri, maka penentuan batasan dari sistem yang digunakan akan jelas. Selanjutnya menentukan variabel kunci yang digunakan sebagai parameter penilaian perilaku dinamik yang mempengaruhi dampak lingkungan di pabrik Ketakasi.

3.3.5 Konseptualisasi Model

Konseptualisasi model digunakan untuk memulai pembuatan alur *supply chain* pada agroindustri kopi Ketakasi sebagai dasar untuk mengelompokkan permasalahan yang terjadi dengan perilaku suatu kumpulan variabel-variabel yang berhubungan dengan perilaku permasalahan. Setelah mengetahui pola perilaku pada agroindustri kopi Ketakasi, penyusunan diagram sistem dalam dilakukan. Dalam pembuatan diagram sistem diilustrasikan dengan menggunakan *Stock Flow Diagram* (SFD). Penentuan variable atau parameter yang dijadikan *stock* (akumulasi) dan *flow* (aliran yang dapat mengubah nilai *stock*) merupakan cakupan suatu informasi dan umpan balik sistem dengan menggunakan simbol-simbol dalam sistem dinamis.

3.3.6 Formulasi Model

Tahap formulasi model simulasi menggunakan alat bantu program komputer yaitu *Powersim 2007*. Pembuatan struktur dilakukan dengan membangun diagram alir atau SFD (*Stock Flow Diagram*) untuk disambungkan pada tahap simulasi. Dalam pembuatan simulasi model diperlukan persamaan matematis yang benar, parameter dan penentuan kondisi nilai awal. Dengan menggunakan program komputer *powersim* yang dilakukan pertama kali yaitu menghitung nilai awal yang digunakan untuk mengukur *stock* dan aliran sebuah *flow*. *Flow* digunakan untuk memperbarui nilai *stock* yang ada. Nilai *stock* digunakan untuk menghitung kembali seiring dengan perubahan waktu secara berulang-ulang.

3.3.7 Verifikasi dan Validasi

Proses verifikasi dilakukan dengan menguji model yang dibuat, apakah mampu menjalankan proses simulasi mengikuti model perilaku realitas dunia nyata. Simulasi dapat dijalankan, sehingga memenuhi kajian verifikasi (Forrester, 1994 dalam Amirul ., *et al* 2016).

Validasi model dilakukan sesuai dengan tujuan pemodelan yaitu dengan membandingkan perilaku dinamik model dengan kondisi sistem nyata. Apabila model telah dianggap valid, selanjutnya model ini dapat dipergunakan sebagai wakil sistem nyata. Validasi dalam pemodelan ini dilakukan dengan membandingkan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative*

behaviourpattem comparison) yaitu dengan uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \frac{|X_m - X_d|}{X_d} \times 100\%$$

Keterangan :

- X_m : data hasil simulasi
- X_d : data aktual
- n : periode/banyak data

Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE adalah :

- MAPE < 5% : Sangat tepat menggambarkan kondisi sesungguhnya.
- 5% < MAPE < 10% : Tepat menggambarkan kondisi sesungguhnya.
- MAPE > 10% : Tidak tepat model, tidak tepat dalam menggambarkan kondisi sesungguhnya.

3.3.8 Analisis Kebijakan

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan keputusan guna menyelesaikan masalah berdasarkan pada informasi yang ada. Informasi tersebut adalah variabel-variabel kunci yang menjadi permasalahan pada model.

3.4 Metode Analisis Data

3.4.1 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah bagian dari statistik yang mempelajari cara pengumpulan dan penyajian sebuah data agar mudah dipahami. Statistik deskriptif hanya berhubungan dengan hal menguraikan sebuah keterangan-keterangan mengenai suatu data atau keadaan. Sehingga statistik deskriptif berfungsi menerangkan sebuah keadaan, gejala, atau persoalan (Nasution L.M., 2017).

Penarikan kesimpulan pada statistik deskriptif ditujukan untuk kumpulan data yang ada (Nasution L.M., 2017). Sehingga statistik deskriptif yang akan digunakan yaitu :

- a. Grafik distribusi (histogram);
- b. Ukuran nilai pusat (*mean*);

- c. Ukuran dispersi (simpangan rata-rata, jangkauan, standart deviasi, simpangan baku);

3.4.2 Indikator Lingkungan

Sistem rantai pasok pada agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo di mulai dari budidaya buah kopi, proses produksi dan proses distribusi. Indikator lingkungan yang digunakan pada penelitian ini di setiap rantai pasok yaitu :

- a. Budidaya buah kopi

Indikator lingkungan yang digunakan pada budidaya adalah emisi N_2O , CH_4 dan CO_2 yang dihasilkan oleh armada yang digunakan untuk mengangkut buah kopi dari kebun ke pabrik.

- b. Proses produksi

Indikator lingkungan yang digunakan pada prose produksi adalah emisi N_2O , CH_4 dan CO_2 yang dihasilkan selama proses produksi dan limbah padat dan limbah cair kopi.

- c. Proses distribusi

Indikator lingkungan yang digunakan pada proses distribusi adalah emisi N_2O , CH_4 dan CO_2 yang dihasilkan ketika mendistribusikan biji kopi ke PT. Indokom Persada.

- d. Keuntungan bersih

Keuntungan bersih digunakan untuk mengetahui kondisi keuangan dari pabrik Ketakasi jika *green supply chain management* dilaksanakan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian, disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem rantai pasok di agroindustri kopi rakyat di Ketakasi Sidomulyo dimulai dari hulu sampai hilir yaitu pemetikan buah kopi (Kebun), pengolahan di pabrik Ketakasi (Produksi) dan PT. Indokom Citra Persada (Distributor). Pemetikan buah kopi dilaksanakan pada panen raya (bulan Juli-September) dengan armada yang di gunakan yaitu 1 truck, 1 *pick up* dan 1 sepeda motor. Pada pabrik Ketakasi buah kopi yang telah dipanen di olah primer dan sekunder. Pengolahan primer (biji kopi semi basah dan biji kopi ekring) perhari sebanyak 15 ton buah kopi dan limbah padat yang dihasilkan sebanyak 3 ton serta 27.000 liter limbah cair. Pengolahan sekunder (bubuk kopi) perhari sebanyak 3 ton. Setelah proses pengolahan selesai produk jadi di kirim ke PT. Indokom Citra Persada dengan 1 *truck*.
2. Perancangan model sistem dinamis *green supply chain management* di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo diperoleh empat sub model yaitu sub model budidaya, sub model emisi, sub model produksi dan pengolahan limbah serta sub model penerimaan dan biaya. Sub model budidaya menjelaskan tentang bagaimana proses pemanenan buah kopi dari lahan yang ada dan faktor apa saja yang mempengaruhinya. Sub model emisi menjelaskan emisi apa saja yang ada pada agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo dan jumlah emisi CO₂ *equivalent* yang dihasilkan. Sub model produksi menjelaskan berapa banyak buah kopi primer dan sekunder yang diolah yang kemudian akan dijual. Sub model penerimaan dan biaya merupakan sub yang menjelaskan bagaimana penerimaan kotor, penerimaan bersih dan biaya yang dikeluarkan untuk produksi maupun investasi.
3. Indikator keberhasilan penerapan *green supply chain management* di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo dengan simulasi dinamik berbagai skenario merekomendasikan skenario optimis (SR1) sebagai rekomendasi terbaik untuk indikator keberhasilan dengan peningkatan olah limbah cair

sebanyak 20 m³ , olah limbah padat 6 ton dan substitusi armada angkut 1 unit *pick up* dan 1 unit sepeda motor . Respon perilaku skenario optimis nilai parameter total emisi sebesar 312.829 ton CO₂ *eq* dan total profit sebesar Rp.61.709.888.435,00. Dengan rekomendasi yang telah dilakukan diharapkan dapat mengurangi dampak bagi lingkungan di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo Jember.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan kajian lebih lanjut dengan penambahan parameter emisi yang dihasilkan dari proses pemupukan di kebun, parameter emisi yang dihasilkan oleh limbah padat, jumlah pupuk yang dibutuhkan per lahan, faktor-faktor yang mempengaruhi panen kopi, data penjualan kopi, data permintaan kopi, parameter pengolahan lebih lanjut pada biogas, penambahan analisis pemasaran ramah lingkungan dan *Reverse Logistics* (RL) sehingga hasil model dapat menjelaskan keterkaitan umpan balik yang kompherensif dalam memproyeksikan *green supply chain management*, menjelaskan perilaku yang lebih dinamis setiap parameter dan meningkatkan kompleksitas model.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizon. 2015. Potensi Kulit Kopi Sebagai Bahan Baku Pupuk Kompos Di Propinsi Bengkulu. *Jurnal Agritepa*, Vol: II, No. 1, ISSN : 2407 – 1315.
- Aminullah E., dan Muhammadi. 2001. *Analisis Sistem Dinamis : Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Edisi Pertama. Jakarta : UMJ Press.
- Compendium. 2009. *Compendium of Greenhouse Gas Emmissions Methodologies for The Oil and Natural Gas Industry*.
- Dewanto, F. G., Londok, J. J., Tuturoong, R. A., & Kaunang, W. B. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik Terhadap Produksi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan. *ZOOTEC, Jurnal ZooteK*, Vol. 32, No. 5.
- Fajrin P. H. dan Laily N. 2016. Analisis Profitabilitas Dan Likuiditas Terhadap Kinerja Keuangan PT. INDOFOOD SUKSES MAKMUR, Tbk. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen : Volume 5, Nomor 6, Juni 2016*. ISSN : 2461-0593.
- Fortuna, I. F., Sumantri, Y., Dan Yuniarti, R. 2014. Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Aktivitas *Green Supply Chain Management (GSCM)* (Studi Kasus : KUD “BATU”). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol 2 (3) : 551.
- Ghobakhloo, M., S. Tang, N. Zulkifli, dan M. Ariffin. 2013. An Integrated Framework of Green Supply Chain Management Implementation. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 4, No. 1, February 2013.
- Giandadewi D.S., Andarani P., dan Nugraha W. D. 2017. Potensi Dampak Lingkungan Dalam Sistem Produksi Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oil-CPO) Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assesment (Eco-Indicator 99) (Studi Kasus : PT. Sinar Mas Agro Resources And Technology TBK). *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 6, No. 1.
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 2: Energy.
- Juwita, A. I., Mustafa, A., & Tamrin, R. 2017. Studi Pemnfaatan Kulit Kopi Arabika (*Coffee arabica L.*) Sebgai Mikro Organisme Lokal (MOL). *Jurnal Agrotek*, Vol: 11, No. 1, 1-8.
- Lestari, A. P., Sarman, S., & Indraswari, E. 2012. Subtitusi pupuk anorganik dengan kompos sampah kota tanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata*

- Sturt). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi: Seri Sains*, Vol. 12, No. 2, 01-06, ISSN 0852-8349.
- Mardliyan, M. Suprihatin dan Sukardi. 2014. Identifikasi Potensi Penerapan Green Supply Chain Industri Kulit Samak. *Skripsi*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Marimin, Maghfiroh N. 2010. *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok*. Bogor (ID): IPB Press.
- Nasution L. M. 2017. Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, Volume 14, No. 1, Januari – Juni 2017. ISSN :1829-8419.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tosappol, K. dan Pilada, W. 2010. The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2010 Vol III, IMECS 2010, March 17-9, 2010*, Hongkong.
- Nuroniah, N. S. 2003. Penjadwalan Produksi Dengan Pendekatan Metode Dinamik (Studi Kasus Di PT. Goodyear Indonesia, TBK.).*Skripsi*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Novita, E. 2012. Desain Proses Pengolahan Pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rasyid, R. G. A. 2015. Analisis Rantai Pasokan (Supply Chain) Kopi Rakyat Di Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember : Program Studi Agribisnis Universitas Jember.
- Rohmatulloh. 2007. *Pengembangan Penilaian Kinerja Pabrik Gula dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus PG Subang Jawa Barat)* [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Roidah, I. S. 2013. Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. *Jurnal BONOROWO*, 1(1), 30-43.
- Ruben R, Slingerland M, Nijhoff H. 2006. *Agro-food Chains and Networks for Development*. Di dalam : Ruben R, Slingerland M, Nijhoff H, editor. *Agro-food Chains and Networks for Development*. Netherlands: Springer: 1-25.
- Saputra, H., dan Fithri, Prima. 2012. Perancangan Model Pengukuran Kinerja *Green Supply Chain* Pulp dan Kertas. *Optimasi Sistem Industri*. ISSN 2088-4842.

- Saragih, I. S. 2007. Analisis Pendapatan Usahatani dan Pemasaran Kopi Arabika dan Kopi Robusta (Studi Kasus Di Desa Tambun Raya Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara). *Skripsi*. Bogor : Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis Institut Pertanian Bogor.
- Sari, F.A. 2016. Analisis *Life Cycle Assessment* Pada Pengolahan Kopi (Studi Kasus Di KUPK Desa Sidmulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember). Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sundarakani, B., Souza R. dan Goh, M. 2010. *Modelling Carbon Footprints Across The Supply Chain*. *Internasional Journal Production Economics*. 128, 43-50.
- Suryaningrat, I. B., Firdusah, Y., dan Novita, E. 2016. Analisis Finansial Penerapan Konsep *Green Supply Chain* Manajemen Pada Pengolahan Kopi. *Prosiding. APTA* : 108.
- Suryaningrat, I. B., Amilia, W., & Choiron, M. 2015. *Current Condition of Agroindustrial Supply Chain of Cassava Products: A Case Survey of East Java, Indonesia*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 137-142
- Tiarani, V. L., Sutrisno, E., dan Huboyo, H. S. 2016. Kajian Beban Emisi Pencemaran Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC, CO) Dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₂, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta Dengan Metode *Tier 1* Dan *Tier 2*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 5, No 1.

Lampiran A. User Interface Model



**UNIVERSITAS
JEMBER**

**MODEL SISTEM DINAMIS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
AGROINDUSTRI KOPI RAKYAT**
"STUDI KASUS DI KOPERASI SERBA USAHA KETAKASI KABUPATEN JEMBER"



GALIH RIZKY PROPANDITA SUBAGYO
NIM 141710301025

NEXT



**UNIVERSITAS
JEMBER**

**MODEL SISTEM DINAMIS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
AGROINDUSTRI KOPI RAKYAT**
"STUDI KASUS DI KOPERASI SERBA USAHA KETAKASI KABUPATEN JEMBER"

DOSEN PEMBIMBING :

DPU : DR. BAMBANG HERRY P. S.TP, M.SI

DPA : DR. ELIDA NOVITA S.TP., M.T

NEXT



HALAMAN AWAL
CAUSAL LOOP
STOCK FLOW
SIMULASI





Deskripsi Model

Model sistem dinamis green supply chain merupakan model yang dibuat untuk mengetahui pola perilaku dampak lingkungan yang diciptakan oleh Agroindustri Kopi Ketakasi Sidomulyo mulai dari kebun sampai distribusi ke PT. Indokom Citra Persada. Berbagai skenario telah dilakukan yaitu skenario optimis, moderat dan pesimis. Kebijakan yang di ambil yaitu skenario optimis yang memiliki proyeksi indikator keberhasilan penerapan green supply chain.



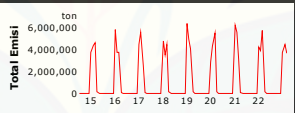
SKENARIO

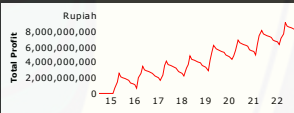
Dasar

Optimis

Moderat

Pesimis

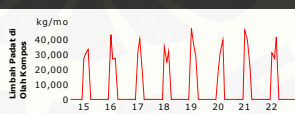


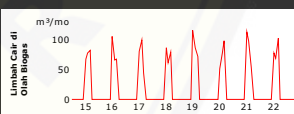


Parameter	Nilai
Persentase Limbah Padat di Olah	0.250
Persentase Limbah Cair di Olah	0.190
Jumlah Armada Truck Kebun	1
Jumlah Armada Pick Up Kebun	1
Jumlah Armada Sepeda Motor Kebun	1
Persen Angkut Armada Truck Kebun	0.50
Persen Angkut Armada Pick Up Kebun	0.49
Persen Angkut Armada Sepeda Motor Kebun	0.01

Time	Total Emisi (ton)
Jan 1, 2015	0.00
Feb 1, 2015	0.00
Mar 1, 2015	0.00
Apr 1, 2015	0.00

Time	Total Profit (Rupiah)
Jan 1, 2015	0.00
Feb 1, 2015	0.00
Mar 1, 2015	0.00
Apr 1, 2015	0.00





Parameter	Nilai
Total Emisi	3,660,446 ton
Total Profit	7,948,150,989 Rupiah
Limbah Padat di Olah Kompos	26,339 kg/mo
Limbah Cair di Olah Biogas	65 m³/mo
COD	12,980 mg/mo


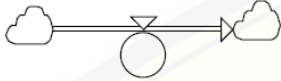

Time	Limbah Padat di Olah Kompos (kg/r)
Jan 1, 2015	0.00
Feb 1, 2015	0.00
Mar 1, 2015	0.00
Apr 1, 2015	0.00

Time	Limbah Cair di Olah Biogas (m³/r)
Jan 1, 2015	0.00
Feb 1, 2015	0.00
Mar 1, 2015	0.00
Apr 1, 2015	0.00

K E M B A L I

Lampiran B. Identifikasi Parameter

Identifikasi parameter

Komponen Diagram Alir	Variabel atau Parameter
 <p>Level</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luas Panen 2. Biji Kopi Beras 3. Total Profit
 <p>Rate_1</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertambahan Luas Panen 2. Pengurangan Luas Panen 3. Produksi Biji Kopi 4. Penjualan Kopi Bubuk 5. Penjualan Kopi Beras 6. Profit
 <p>Auxiliary</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan Luas Panen 2. Curah Hujan 3. Produktivitas Panen Kopi 4. Panen Buah Kopi 5. Limbah Padat 6. Limbah Padat Tidak di olah 7. Limbah Padat di olah Kompos 8. Limbah Cair 9. Limbah Cair Tidak di Olah 10. Limbah Cair di Olah Biogas 11. COD 12. Biaya Produksi 13. Biaya Penggunaan Pupuk Kimia 14. Biaya Penggunaan Listrik 15. Penggunaan Listrik Produksi 16. Biaya Bahan Baku 17. Biaya Karyawan 18. Biaya Investasi Biogas 19. Biaya Investasi Kompos 20. Biaya Bahan Bakar 21. Jumlah Bahan Bakar Bensin 22. Jumlah Bahan Bakar Solar 23. Jumlah Bahan Bakar Truck 24. Jumlah Bahan Bakar Pick Up 25. Jumlah Bahan Bakar Sepeda Motor 26. Jumlah Bahan Bakar Mesin Pullper 27. Jumlah Bahan Bakar Knuezer 28. Jumlah Bahan Bakar Washer 29. Trip Truck Kebun 30. Kapasitas Angkut Truck Kebun 31. Trip Pick Up Kebun 32. Kapasitas Angkut Pick Up Kebun 33. Trip Sepeda Motor Kebun 34. Kapasitas Angkut Sepeda Motor Kebun 35. Trip Truck Distribusi 36. Kapasitas Angkut Truck Distribusi 37. Jumlah Armada Truck Kebun 38. Jumlah Armada Pick Up Kebun

39. Jumlah Armada Sepeda Motor Kebun
40. Jumlah Armada Truck Distribusi
41. Persen Angkut Armada Truck Kebun
42. Persen Angkut Armada Pick Up Kebun
43. Persen Angkut Armada Sepeda Motor Kebun
44. Persen Angkut Armada Truck Distribusi
45. Energy Of Diesel Kebun
46. Energy Of Bensin Kebun
47. Energy Of Diesel Distribusi
48. Energy Of Bensin Mesin
49. Energy Of Diesel Mesin
50. Emisi Truck
51. Emisi Pick Up
52. Emisi Sepeda Motor
53. Emisi Mesin Pullper
54. Emisi Mesin Knuezer
55. Emisi Mesin Washer
56. Emisi Transportasi Kebun
57. Emisi Mesin
58. Emisi Distribusi
59. Emisi Limbah Cair
60. Total Emisi
1. Laju Pengurangan Luas Panen
2. Loss Transportasi
3. Persen Biji Kopi
4. Faktor Produksi Biji Kopi
5. Fraksi Penjualan Kopi Bubuk
6. Fraksi Penjualan
7. Persentase Limbah Padat
8. Persentase Limbah Cair
9. Persen Limbah Padat di Olah
10. Persen Limbah Cair di Olah
11. Harga Jual Biji Kopi
12. Harga Jual Kopi Bubuk
13. Harga Pupuk Kimia
14. Biaya Pemeliharaan
15. Konsumsi Karyawan
16. Upah Karyawan
17. Tarif Listrik
18. Penggunaan Listrik Bulanan
19. Harga Bensin
20. Hargas Solar
21. Jumlah Bahan Bakar Mesin Pullper
22. Jumlah Bahan Bakar Mesin Knuezer
23. Jumlah Bahan Bakar Mesin Washer
24. Jarak Per Liter Solar
25. Jarak Per Liter Bensin
26. Faktor Emisi Solar
27. Faktor Emisi Bensin
28. Faktor Emisi CO₂ Limbah
29. Potensi Pemanasan CO₂ Equivalent



Constant

Lampiran C. Data Simulasi

Simulasi Tanpa Skenario (SR0)

Waktu	Total Emisi	Total Profit	Biaya Produksi	Limbah Padat di Olah Kompos	Limbah Cair di Olah Biogas	COD
Jan 2015	0	0	0	0	0	0
Feb 2015	0	0	0	0	0	0
Mar 2015	0	0	0	0	0	0
Apr 2015	0	0	0	0	0	0
May 2015	0	0	0	0	0	0
Jun 2015	0	0	0	0	0	0
Jul 2015	4220912	0	0	31198.6	77	13255.1
Aug 2015	4273959	0	263887489.3	30868.6	76	17369.42
Sep 2015	3665115	249359498	247613576.4	26377.0	65	18932.05
Oct 2015	72610.05	503138738.7	142752847.7	0	0	0
Nov 2015	0	963699499.7	182054411	0	0	0
Dec 2015	0	715548907.1	58180000	0	0	0
Jan 2016	0	598787136.5	58180000	0	0	0
Feb 2016	0	482025365.9	58180000	0	0	0
Mar 2016	0	481623595.3	58180000	0	0	0
Apr 2016	0	481221824.7	189556286.9	0	0	0
May 2016	0	218067480.3	58180000	0	0	0
Jun 2016	0	217665709.7	58180000	0	0	0
Jul 2016	5202787	217263939.1	194576105.6	38466.5	95	20838
Aug 2016	3902150	1946160.197	257454483	28102.2	69	20641.67
Sep 2016	6089068	308592163.1	307791940.6	44493.1	109	13225.09
Oct 2016	145220.1	625193461.8	151078968	0	0	0
Nov 2016	0	1179484557	196890013	0	0	0
Dec 2016	0	901662760.5	58180000	0	0	0
Jan 2017	0	784900989.9	58180000	0	0	0
Feb 2017	0	668139219.2	58180000	0	0	0
Mar 2017	0	667737448.6	58180000	0	0	0
Apr 2017	0	667335678	198965411.6	0	0	0
May 2017	0	385363084.2	58180000	0	0	0
Jun 2017	0	384961313.6	58180000	0	0	0
Jul 2017	6640362	384559543	231553539.9	49176.8	121	16555.21
Aug 2017	6930886	142046568.6	344284854.9	50160.0	123	20436.24
Sep 2017	3639137	520922385.8	258452698.7	25873.2	64	17139.08
Oct 2017	72610.05	847469529.3	142521293.2	0	0	0
Nov 2017	0	1433424681	200243197.7	0	0	0
Dec 2017	0	1148896515	58180000	0	0	0
Jan 2018	0	1032134745	58180000	0	0	0
Feb 2018	0	915372974.1	58180000	0	0	0
Mar 2018	0	915372974.1	58180000	0	0	0
Apr 2018	0	914569432.9	200334960	0	0	0
May 2018	0	629857742.2	58180000	0	0	0
Jun 2018	0	629455971.6	58180000	0	0	0
Jul 2018	4244763	629054201	169167391.1	31391.5	77	14147.01
Aug 2018	5793601	406693411.1	303738539.7	42050.5	103	16189.26
Sep 2018	5610493	708941524.2	306078661.9	40467.9	100	13554.14
Oct 2018	145220.1	1087088646	149229007	0	0	0
Nov 2018	0	1652776211	200334960	0	0	0
Dec 2018	0	1368064520	58180000	0	0	0
Jan 2019	0	1251302749	58180000	0	0	0
Feb 2019	0	1134540979	58180000	0	0	0
Mar 2019	0	1134139208	58180000	0	0	0

Apr 2019	0	1133737438	200334960	0	0	0
May 2019	0	849025747	58180000	0	0	0
Jun 2019	0	848623976.3	58180000	0	0	0
Jul 2019	4618866	848222205.7	179023446.1	34176.5	84	15270.55
Aug 2019	5282517	623813307.2	291138068.2	38349.7	94	20520.45
Sep 2019	4940305	947148853.2	284953790.5	35703.4	88	16209.62
Oct 2019	108915.1	1280156437	147039252.6	0	0	0
Nov 2019	0	1877528382	200334960	0	0	0
Dec 2019	0	1592816691	58180000	0	0	0
Jan 2020	0	1476054921	58180000	0	0	0
Feb 2020	0	1359293150	58180000	0	0	0
Mar 2020	0	1358891380	58180000	0	0	0
Apr 2020	0	1358489609	200334960	0	0	0
May 2020	0	1073777918	58180000	0	0	0
Jun 2020	0	1073376148	58180000	0	0	0
Jul 2020	3659139	1072974377	154171126	27017.4	66	14664.22
Aug 2020	4736371	836246783.9	271651281.1	34539.7	85	11483.09
Sep 2020	5806195	1181795976	305485720.8	42152.4	104	12760.12
Oct 2020	145220.1	1564760808	150003194.3	0	0	0
Nov 2020	0	2126482344	200334960	0	0	0
Dec 2020	0	1841770653	58180000	0	0	0
Jan 2021	0	1725008882	58180000	0	0	0
Feb 2021	0	1608247112	58180000	0	0	0
Mar 2021	0	1607845341	58180000	0	0	0
Apr 2021	0	1607443571	200334960	0	0	0
May 2021	0	1322731880	58180000	0	0	0
Jun 2021	0	1322330109	58180000	0	0	0
Jul 2021	3339558	1321928339	145558072.9	24673.5	61	15737.01
Aug 2021	3438929	1095069356	236685400.3	24890.0	61	13067.47
Sep 2021	4503626	1426247527	265040500.9	32778.9	81	18980.73
Oct 2021	108915.1	1784069027	145695141.8	0	0	0
Nov 2021	0	2342144679	200334960	0	0	0
Dec 2021	0	2057432988	58180000	0	0	0
Jan 2022	0	1940671218	58180000	0	0	0
Feb 2022	0	1823909447	58180000	0	0	0
Mar 2022	0	1823507677	58180000	0	0	0
Apr 2022	0	1823105906	200334960	0	0	0
May 2022	0	1538394215	58180000	0	0	0
Jun 2022	0	1537992445	58180000	0	0	0
Jul 2022	4974817	1537590674	188051612.2	36863.6	91	15167.69
Aug 2022	3045743	1304297548	234628315	21729.9	53	20761.62
Sep 2022	4638783	1668770322	266560101.1	33799.2	83	20128.4
Oct 2022	108915.1	1977500075	146164092.4	0	0	0
Nov 2022	0	2556825594	200334960	0	0	0
Dec 2022	0	9413986640	58180000	0	0	0
Jan 2023	0	9297626640	58180000	0	0	0
Feb 2023	0	9181266640	58180000	0	0	0
Mar 2023	0	9064906640	58180000	0	0	0
Apr 2023	0	8948546640	200334960	0	0	0
May 2023	0	8547876720	58180000	0	0	0
Jun 2023	0	8431516720	58180000	0	0	0
Jul 2023	207126.378	8315156720	199728548.2	32398.115	83.896484	16396.7014
Aug 2023	196381.910	7915699624	261824930.1	34391.577	82.241741	16973.3701
Sep 2023	190067.704	9066366146	312744147	0	77.090103	16806.6795
Oct 2023	1918.91008	9659457890	151266743.9	0	0	0

Simulasi Optimis (SR1)

Waktu	Total Emisi	Total Profit	Biaya Produksi	Limbah Padat di Olah Kompos	Limbah Cair di Olah Biogas	COD
Jan 2015	0	0	0	0	0	0
Feb 2015	0	0	0	0	0	0
Mar 2015	0	0	0	0	0	0
Apr 2015	0	0	0	0	0	0
May 2015	0	0	0	0	0	0
Jun 2015	0	0	0	0	0	0
Jul 2015	38100.35	0	0	58267	191	2836
Aug 2015	61788.14	0	292195196.3	109436	359	5326
Sep 2015	24834.25	759471611	281861224.3	93481	307	4550
Oct 2015	639.6366	1509512119	144951204.1	0	0	0
Nov 2015	0	2457019328	182054411	0	0	0
Dec 2015	0	2092910506	58180000	0	0	0
Jan 2016	0	1976550506	58180000	0	0	0
Feb 2016	0	1860190506	58180000	0	0	0
Mar 2016	0	1743830506	58180000	0	0	0
Apr 2016	0	1627470506	189556286.9	0	0	0
May 2016	0	1248357932	58180000	0	0	0
Jun 2016	0	1131997932	59830000	0	0	0
Jul 2016	48083.94	1012337932	177340322.1	89734	294	4367
Aug 2016	57647.57	634736663	280347729.9	95112	312	4629
Sep 2016	45400.57	1445556149	307189170.6	114002	374	5549
Oct 2016	1279.273	2277425178	148095089.9	0	0	0
Nov 2016	0	2855499859	196890013	0	0	0
Dec 2016	0	2461719833	58180000	0	0	0
Jan 2017	0	2345359833	58180000	0	0	0
Feb 2017	0	2228999833	58180000	0	0	0
Mar 2017	0	2112639833	58180000	0	0	0
Apr 2017	0	1996279833	198965411.6	0	0	0
May 2017	0	1598349010	58180000	0	0	0
Jun 2017	0	1481989010	59830000	0	0	0
Jul 2017	68331.65	1362329010	166389587	81572	267	3970
Aug 2017	68159.81	942328458	291572943.6	106628	350	5190
Sep 2017	50155.28	1960380806	261043468.1	78890	259	3840
Oct 2017	1918.910	2715508597	142715929.8	0	0	0
Nov 2017	0	3810116428	200243197.7	0	0	0
Dec 2017	0	3409630032	58180000	0	0	0
Jan 2018	0	3293270032	58180000	0	0	0
Feb 2018	0	3176910032	58180000	0	0	0
Mar 2018	0	3060550032	58180000	0	0	0
Apr 2018	0	2944190032	200334960	0	0	0
May 2018	0	2543520112	58180000	0	0	0
Jun 2018	0	2427160112	59830000	0	0	0
Jul 2018	62491.37	2307500112	184884107.3	95958	315	4670
Aug 2018	34917.73	1859418127	279759187.1	93461	306	4549
Sep 2018	44201.90	3047015012	292275797.4	103700	340	5047
Oct 2018	1279.273	3760129594	146516832.8	0	0	0
Nov 2018	0	4504495685	200334960	0	0	0
Dec 2018	0	4103825765	58180000	0	0	0
Jan 2019	0	3987465765	81530000	0	0	0
Feb 2019	0	3824405765	58180000	0	0	0
Mar 2019	0	3708045765	58180000	0	0	0
Apr 2019	0	3591685765	200334960	0	0	0
May 2019	0	3191015845	58180000	0	0	0

Jun 2019	0	3074655845	59830000	0	0	0
Jul 2019	69421.19	2954995845	193853963.5	102011	335	4965
Aug 2019	56214.24	2519568270	303191411.8	110417	362	5374
Sep 2019	31253.52	3546256631	259942186.3	77094	253	3752
Oct 2019	1279.273	4694598994	142440811.8	0	0	0
Nov 2019	0	5797253781	200334960	0	0	0
Dec 2019	0	5396583861	58180000	0	0	0
Jan 2020	0	5280223861	58180000	0	0	0
Feb 2020	0	5163863861	58180000	0	0	0
Mar 2020	0	5047503861	58180000	0	0	0
Apr 2020	0	4931143861	200334960	0	0	0
May 2020	0	4530473941	58180000	0	0	0
Jun 2020	0	4414113941	59830000	0	0	0
Jul 2020	52781.25	4294453941	164001050.1	79146	260	3852
Aug 2020	63944.16	3892131031	317593825	125929	413	6129
Sep 2020	47619.31	4773034749	312368684.6	112608	369	5481
Oct 2020	1918.910	5866949901	147881512.4	0	0	0
Nov 2020	0	6708165934	200334960	0	0	0
Dec 2020	0	6307496014	58180000	0	0	0
Jan 2021	0	6191136014	58180000	0	0	0
Feb 2021	0	6074776014	58180000	0	0	0
Mar 2021	0	5958416014	58180000	0	0	0
Apr 2021	0	5842056014	200334960	0	0	0
May 2021	0	5441386094	58180000	0	0	0
Jun 2021	0	5325026094	59830000	0	0	0
Jul 2021	70868.48	5205366094	210130342.9	114035	374	5550
Aug 2021	68043.38	4885035962	248849283.3	68186	224	3319
Sep 2021	60432.27	5419239686	221904895.5	55876	183	2720
Oct 2021	1918.910	6172184185	139190253.3	0	0	0
Nov 2021	0	6815267638	200334960	0	0	0
Dec 2021	0	6414597718	58180000	0	0	0
Jan 2022	0	6298237718	58180000	0	0	0
Feb 2022	0	6181877718	58180000	0	0	0
Mar 2022	0	6065517718	58180000	0	0	0
Apr 2022	0	5949157718	200334960	0	0	0
May 2022	0	5548487798	58180000	0	0	0
Jun 2022	0	5432127798	59830000	0	0	0
Jul 2022	57598.99	5312467798	175387260.2	87655	287	4266
Aug 2022	61772.89	4962031691	274689423.8	91237	299	4441
Sep 2022	60933.54	5563731481	275106443.4	91091	299	4433
Oct 2022	1918.910	6614626700	144585145.3	0	0	0
Nov 2022	0	7663261462	58180000	0	0	0
Dec 2022	0	9631258462	58180000	0	0	0
Jan 2023	0	9514898462	58180000	0	0	0
Feb 2023	0	9398538462	58180000	0	0	0
Mar 2023	0	9282178462	200334960	0	0	0
Apr 2023	0	9165818462	58180000	0	0	0
May 2023	0	8765148542	59830000	0	0	0
Jun 2023	0	8648788542	164435401.1	0	0	0
Jul 2023	48415.07	8529128542	245476034.6	104456	360.464	4839.25
Aug 2023	60075.35	8200257740	279358310	99741	322.75	4947.1
Sep 2023	56950.29	8926680273	147100023.8	0	327.655	4987.98
Oct 2023	1918.910	9417420225	200334960	0	0	0

Simulasi Moderat (SR2)

Waktu	Total Emisi	Total Profit	Biaya Produksi	Limbah Padat di Olah Kompos	Limbah Cair di Olah Biogas	COD
Jan 2015	0	0	0	0	0	0
Feb 2015	0	0	0	0	0	0
Mar 2015	0	0	0	0	0	0
Apr 2015	0	0	0	0	0	0
May 2015	0	0	0	0	0	0
Jun 2015	0	0	0	0	0	0
Jul 2015	3419499	0	0	65366	161	12328
Aug 2015	2902973	0	248056727	53453	131	10081
Sep 2015	2116347	869889263.5	217172483	39103	96	7375
Oct 2015	72610	1552578604	139615883	0	0	0
Nov 2015	0	2090509571	182054411	0	0	0
Dec 2015	0	1726400749	58180000	0	0	0
Jan 2016	0	1610040749	58180000	0	0	0
Feb 2016	0	1493680749	58180000	0	0	0
Mar 2016	0	1377320749	58180000	0	0	0
Apr 2016	0	1260960749	189556287	0	0	0
May 2016	0	881848175	58180000	0	0	0
Jun 2016	0	765488175	58755000	0	0	0
Jul 2016	3381545	647978175	170241389	64588	159	12181
Aug 2016	4792426	307495397.7	310565579	89517	220	16883
Sep 2016	3523491	1036108405	276603215	64521	159	12169
Oct 2016	108915	2353599534	145456960	0	0	0
Nov 2016	0	3411027139	196890013	0	0	0
Dec 2016	0	3017247113	58180000	0	0	0
Jan 2017	0	2900887113	58180000	0	0	0
Feb 2017	0	2784527113	58180000	0	0	0
Mar 2017	0	2668167113	58180000	0	0	0
Apr 2017	0	2551807113	198965412	0	0	0
May 2017	0	2153876289	58180000	0	0	0
Jun 2017	0	2037516289	58755000	0	0	0
Jul 2017	3203689	1920006289	164184336	61245	151	11551
Aug 2017	4173740	1591637617	289160369	77742	191	14662
Sep 2017	2798664	2293190214	247536227	51439	127	9701
Oct 2017	72610	3422740764	142450549	0	0	0
Nov 2017	0	4212782729	200243198	0	0	0
Dec 2017	0	3812296333	58180000	0	0	0
Jan 2018	0	3695936333	58180000	0	0	0
Feb 2018	0	3579576333	58180000	0	0	0
Mar 2018	0	3463216333	58180000	0	0	0
Apr 2018	0	3346856333	200334960	0	0	0
May 2018	0	2946186413	58180000	0	0	0
Jun 2018	0	2829826413	58755000	0	0	0
Jul 2018	3216510	2712316413	164554693	61508	151	11600
Aug 2018	3389909	2383207027	263443806	62706	154	11826
Sep 2018	2599144	3141685026	237366541	47651	117	8987
Oct 2018	72610	3977348671	141580170	0	0	0
Nov 2018	0	4689980370	200334960	0	0	0
Dec 2018	0	4289310450	58180000	0	0	0
Jan 2019	0	4172950450	66355000	0	0	0
Feb 2019	0	4040240450	58180000	0	0	0
Mar 2019	0	3923880450	58180000	0	0	0
Apr 2019	0	3807520450	200334960	0	0	0
May 2019	0	3406850530	58180000	0	0	0

Jun 2019	0	3290490530	58755000	0	0	0
Jul 2019	4175092	3172980530	196299550	79824	196	15055
Aug 2019	2647477	2780381430	243109577	48518	119	9150
Sep 2019	3615441	3962294703	265602452	67771	167	12781
Oct 2019	108915	4444994527	146203631	0	0	0
Nov 2019	0	5568829994	200334960	0	0	0
Dec 2019	0	5168160074	58180000	0	0	0
Jan 2020	0	5051800074	58180000	0	0	0
Feb 2020	0	4935440074	58180000	0	0	0
Mar 2020	0	4819080074	58180000	0	0	0
Apr 2020	0	4702720074	200334960	0	0	0
May 2020	0	4302050154	58180000	0	0	0
Jun 2020	0	4185690154	58755000	0	0	0
Jul 2020	4140465	4068180154	195299306	79114	195	14921
Aug 2020	2647966	3677581542	242959100	48528	119	9152
Sep 2020	3459608	4844962475	260726133	64700	159	12202
Oct 2020	108915	5337624363	145498070	0	0	0
Nov 2020	0	6398708220	200334960	0	0	0
Dec 2020	0	5998038300	58180000	0	0	0
Jan 2021	0	5881678300	58180000	0	0	0
Feb 2021	0	5765318300	58180000	0	0	0
Mar 2021	0	5648958300	58180000	0	0	0
Apr 2021	0	5532598300	200334960	0	0	0
May 2021	0	5131928380	58180000	0	0	0
Jun 2021	0	5015568380	58755000	0	0	0
Jul 2021	5173449	4898058380	229570608	98832	243	18639
Aug 2021	3525491	4438917164	278820920	64562	159	12176
Sep 2021	2361380	5946621663	230009529	43079	106	8125
Oct 2021	72610	6835800734	140529636	0	0	0
Nov 2021	0	7454999550	200334960	0	0	0
Dec 2021	0	7054329630	58180000	0	0	0
Jan 2022	0	6937969630	58180000	0	0	0
Feb 2022	0	6821609630	58180000	0	0	0
Mar 2022	0	6705249630	58180000	0	0	0
Apr 2022	0	6588889630	200334960	0	0	0
May 2022	0	6188219710	58180000	0	0	0
Jun 2022	0	6071859710	58755000	0	0	0
Jul 2022	3228818	5954349710	164910216	61760	152	11648
Aug 2022	3589785	5624529277	270195442	66500	164	12542
Sep 2022	2018589	6374776304	219260373	36479	90	6880
Oct 2022	72610	7325955962	139012872	0	0	0
Nov 2022	0	7810256034	200334960	0	0	0
Dec 2022	0	8481429831	58180000	0	0	0
Jan 2023	0	8365069831	58180000	0	0	0
Feb 2023	0	8248709831	58180000	0	0	0
Mar 2023	0	8132349831	58180000	0	0	0
Apr 2023	0	8015989831	200334960	0	0	0
May 2023	0	7615319911	58180000	0	0	0
Jun 2023	0	7498959911	58755000	0	0	0
Jul 2023	89274.650	7381449911	214474685.1	69354.85	171.1828	13085.58
Aug 2023	131680.12	6952500541	341954223.5	68844.65	173.0936	12717.4
Sep 2023	171123.93	8062756588	348928599.3	0	160.5023	13064.01
Oct 2023	2558.5467	9413065003	153650207.1	0	0	0

Simulasi Pesimis (SR3)

Waktu	Total Emisi	Total Profit	Biaya Produksi	Limbah Padat di Olah Kompos	Limbah Cair di Olah Biogas	COD
Jan 2015	0	0	0	0	0	0
Feb 2015	0	0	0	0	0	0
Mar 2015	0	0	0	0	0	0
Apr 2015	0	0	0	0	0	0
May 2015	0	0	0	0	0	0
Jun 2015	0	0	0	0	0	0
Jul 2015	3767683	0	0	11962	29	13172
Aug 2015	5546079	0	301025439.1	17374	43	19132
Sep 2015	3439539	397835945	249387494.2	10573	26	11642
Oct 2015	72610	1351362635	140348357.6	0	0	0
Nov 2015	0	1954438818	182054411	0	0	0
Dec 2015	0	1590329996	58180000	0	0	0
Jan 2016	0	1473969996	58180000	0	0	0
Feb 2016	0	1357609996	58180000	0	0	0
Mar 2016	0	1241249996	58180000	0	0	0
Apr 2016	0	1124889996	189556286.9	0	0	0
May 2016	0	745777421.9	58180000	0	0	0
Jun 2016	0	629417421.9	58180000	0	0	0
Jul 2016	4581434	513057421.9	185775887.2	14530	36	16000
Aug 2016	5880737	141505647.5	315360115.2	18300	45	20151
Sep 2016	5529429	725379247.6	309124305	17180	42	18918
Oct 2016	108915	1636823317	146422044.7	0	0	0
Nov 2016	0	2780084142	196890013	0	0	0
Dec 2016	0	2386304116	58180000	0	0	0
Jan 2017	0	2269944116	58180000	0	0	0
Feb 2017	0	2153584116	58180000	0	0	0
Mar 2017	0	2037224116	58180000	0	0	0
Apr 2017	0	1920864116	198965411.6	0	0	0
May 2017	0	1522933293	58180000	0	0	0
Jun 2017	0	1406573293	58180000	0	0	0
Jul 2017	6799258	1290213293	248146940.3	21562	53	23743
Aug 2017	3646163	793919412	261805480.7	11107	27	12231
Sep 2017	5493935	2072662714	299157422.3	17183	42	18922
Oct 2017	108915	2402811317	146424772.3	0	0	0
Nov 2017	0	3546314734	200243197.7	0	0	0
Dec 2017	0	3145828338	58180000	0	0	0
Jan 2018	0	3029468338	58180000	0	0	0
Feb 2018	0	2913108338	58180000	0	0	0
Mar 2018	0	2796748338	58180000	0	0	0
Apr 2018	0	2680388338	200334960	0	0	0
May 2018	0	2279718418	58180000	0	0	0
Jun 2018	0	2163358418	58180000	0	0	0
Jul 2018	6049746	2046998418	226860635	19195	47	21137
Aug 2018	4930720	1593277148	293487617.9	15277	38	16823
Sep 2018	4834063	2610838510	287005231.7	14968	37	16482
Oct 2018	108915	3313837141	144388165.9	0	0	0
Nov 2018	0	4276207831	200334960	0	0	0
Dec 2018	0	3875537911	58180000	0	0	0
Jan 2019	0	3759177911	58180000	0	0	0
Feb 2019	0	3642817911	58180000	0	0	0
Mar 2019	0	3526457911	58180000	0	0	0
Apr 2019	0	3410097911	200334960	0	0	0
May 2019	0	3009427991	58180000	0	0	0

Jun 2019	0	2893067991	58180000	0	0	0
Jul 2019	7949462	2776707991	280107582.5	25196	62	27745
Aug 2019	5911420	2216492826	328448923.6	18279	45	20129
Sep 2019	5462384	3665700326	306868044.3	16979	42	18697
Oct 2019	108915	4579937396	146237252.8	0	0	0
Nov 2019	0	5706763106	200334960	0	0	0
Dec 2019	0	5306093186	58180000	0	0	0
Jan 2020	0	5189733186	58180000	0	0	0
Feb 2020	0	5073373186	58180000	0	0	0
Mar 2020	0	4957013186	58180000	0	0	0
Apr 2020	0	4840653186	200334960	0	0	0
May 2020	0	4439983266	58180000	0	0	0
Jun 2020	0	4323623266	58180000	0	0	0
Jul 2020	5117212	4207263266	201021684.6	16236	40	17879
Aug 2020	5906953	3805219897	317483263.2	18396	45	20257
Sep 2020	5678728	4527453841	313070431.4	17649	43	19435
Oct 2020	108915	5439024024	146853154.6	0	0	0
Nov 2020	0	6620627114	200334960	0	0	0
Dec 2020	0	6219957194	58180000	0	0	0
Jan 2021	0	6103597194	58180000	0	0	0
Feb 2021	0	5987237194	58180000	0	0	0
Mar 2021	0	5870877194	58180000	0	0	0
Apr 2021	0	5754517194	200334960	0	0	0
May 2021	0	5353847274	58180000	0	0	0
Jun 2021	0	5237487274	58180000	0	0	0
Jul 2021	3692363	5121127274	161687742.5	11686	29	12868
Aug 2021	7105618	4797751789	344513984	22295	55	24551
Sep 2021	6849186	5085573448	351705777.2	21257	52	23408
Oct 2021	145220	6245849052	150169685.6	0	0	0
Nov 2021	0	7722419451	200334960	0	0	0
Dec 2021	0	7321749531	58180000	0	0	0
Jan 2022	0	7205389531	58180000	0	0	0
Feb 2022	0	7089029531	58180000	0	0	0
Mar 2022	0	6972669531	58180000	0	0	0
Apr 2022	0	6856309531	200334960	0	0	0
May 2022	0	6455639611	58180000	0	0	0
Jun 2022	0	6339279611	58180000	0	0	0
Jul 2022	5786274	6222919611	219794317.9	18353	45	20209
Aug 2022	7230896	5783330975	356699187.7	22577	56	24861
Sep 2022	4479863	6604045746	285693112.2	13749	34	15140
Oct 2022	72610	7919858626	143267904.2	0	0	0
Nov 2022	0	8782594917	200334960	0	0	0
Dec 2022	0	8283913812	58180000	0	0	0
Jan 2023	0	8167553812	58180000	0	0	0
Feb 2023	0	8051193812	58180000	0	0	0
Mar 2023	0	7934833812	58180000	0	0	0
Apr 2023	0	7818473812	200334960	0	0	0
May 2023	0	7417803892	58180000	0	0	0
Jun 2023	0	7301443892	58180000	0	0	0
Jul 2023	229772.32	7185083892	233238600.4	17156.820	42.189138	19234.5415
Aug 2023	143059.36	6718606691	396296025.4	16824.794	42.296488	19278.0723
Sep 2023	220728.41	7590766651	387598417.8	0	45.568238	20130.1918
Oct 2023	2558.5467	9065520585	153109892.6	0	0	0

Lampiran D. Formulasi Simulasi

Sub Model Budidaya

No	Nama	Unit	Tipe	Definisi
1.	Peningkatan Luas Panen	%	<i>Auxiliary</i>	GRAPH(TIME,STARTTIME,1<<yr >>,{0.027,0.183,0.058,0.027})*1<<1 /yr>>
2.	Perambahan Luas Panen	ha/tahun	<i>Auxiliary</i>	'Luas Panen'*Peningkatan Luas Panen'
3.	Luas Panen	ha	<i>Level</i>	500
4.	Pengurangan Luas Panen	ha/tahun	<i>Auxiliary</i>	'Laju Pengurangan Luas Panen'*Luas Panen'
5.	Laju Pengurangan Luas Panen	%	<i>Constant</i>	0.027
6.	Curah Hujan	-	<i>Auxiliary</i>	NORMAL(2258.3333,190.84942)
7.	Produktivitas Panen Kopi	ton	<i>Auxiliary</i>	(-0.0004*Curah Hujan'+1.228)*1<<ton>> { (IF(MONTH())=7, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(1)], IF(MONTH())=8, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(1)], IF(MONTH())=9, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(1)], 0<<ton*ha>>)))*1 <<1/mo/ton>>*1<<kg/ha>>), (IF(MONTH())=7, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(2)], IF(MONTH())=8, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(2)], IF(MONTH())=9, (('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi)- ('Luas Panen'*Produktivitas Panen Kopi*'Loss Transportasi'))*'Persen Biji Kopi'[INDEX(2)], 0<<ton*ha>>)))*1 <<1/mo/ton>>*1<<kg/ha>>)}*1000
8.	Panen Buah Kopi	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	
9.	Loss Transportasi	%	<i>Constant</i>	0.001
10.	Persen Biji Kopi	%	<i>Constant</i>	{0.38,0.62}

Sub Model Produksi dan Pengolahan Limbah

No	Nama	Unit	Tipe	Definisi
1.	Faktor Produksi Bij Kopi	Persen	<i>Constant</i>	0.19
2.	Produksi Biji Kopi	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	'Panen Buah Kopi'*Faktor Produksi Biji Kopi'
3.	Biji Kopi Beras	Kg	<i>Level</i>	{0,0}
4.	Penjualan Kopi Bubuk	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	{'Biji Kopi Beras'[INDEX(1)]*Fraksi Penjualan Kopi Bubuk'[INDEX(1)]*1<<1/mo>>,'Biji Kopi Beras'[INDEX(2)]*Fraksi Penjualan Kopi Bubuk'[INDEX(2)]*1<<1/mo>>}
5.	Fraksi Penjualan Kopi Bubuk	Persen	<i>Constant</i>	{0,0.3}
6.	Penjualan Biji Kopi Beras	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	{'Biji Kopi Beras'[INDEX(1)]*Fraksi Penjualan'[INDEX(1)],'Biji Kopi Beras'[INDEX(2)]*Fraksi Penjualan'[INDEX(2)]}
7.	Fraksi Penjualan Persentase Limbah Padat	Persen	<i>Constant</i>	{1,0.7}
8.	Limbah Padat	Persen	<i>Constant</i>	{0.81,0.65}
9.	Limbah Padat	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	ARRSUM({'Panen Buah Kopi'[INDEX(1)]*Persentase Limbah Padat'[INDEX(1)],'Panen Buah Kopi'[INDEX(2)]*Persentase Limbah Padat'[INDEX(2)]})
10.	Limbah Padat Tidak di Olah	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	'Limbah Padat'*(1-'Persentase Limbah Padat di Olah')
11.	Limbah Padat di Olah Kompos	Kg/mo	<i>Auxiliary</i>	'Persentase Limbah Padat di Olah'*Limbah Padat'
12.	Persentase Limbah Padat di Olah	Persen	<i>Constant</i>	0.25
13.	Persentase Limbah Cair	Persen	<i>Constant</i>	{0,3.71}
14.	Limbah Cair	m ³ /mo	<i>Auxiliary</i>	((('Panen Buah Kopi'[INDEX(2)]/1)*Persentase Limbah Cair'[INDEX(2)]/1000))*1<<m ³ /liter>>
15.	Limbah Cair Tidak di Olah	m ³ /mo	<i>Auxiliary</i>	((Limbah Cair'*(1-'Persentase Limbah Cair di Olah')))
16.	Limbah Cair di Olah Biogas	m ³ /mo	<i>Auxiliary</i>	((Limbah Cair'*Persentase Limbah Cair di Olah'))
17.	Persentase Limbah Cair di Olah	Persen	<i>Constant</i>	0.19
18.	COD	mg/mo	<i>Auxiliary</i>	(Limbah Cair Tidak di Olah'*47<<mg/m ³ >>)

Sub Model Emisi

No	Nama	Unit	Tipe	Definisi
1.	Faktor Emisi Solar	g/MJ	Constant	{74.1<<g/MJ>>,1<<g/MJ>>,1<<g/MJ>>}
2.	Potensi Pemansan CO2 Equivalent	-	Constant	{310,21,1}
3.	Faktor Emisi Bensin	g/MJ	Constant	{74.1<<g>>*1<<1/MJ>>,0.0039<<g>>*1<<1/MJ>>,0.003<<g>>*1<<1/MJ>>}
4.	HVV Diesel	-	Constant	3.87*10^10
5.	Energy Of Diesel Kebun	liter	Auxiliary	{((('Jumlah Bahan Bakar Truck'*0.85)/1000)*HVV Diesel',((('Jumlah Bahan Bakar Pick Up'*0.85)/1000)*HVV Diesel')}
6.	Energy Of Bensin Kebun	liter	Auxiliary	{((('Jumlah Bahan Bakar Sepeda Motor'*0.75)/1000)*HVV Bensin'
7.	Energy Of Diesel Mesin	liter	Auxiliary	{((('Jumlah Bahan Bakar Mesin Knuezer'*0.85)/1000)*HVV Diesel',((('Jumlah Bahan Bakar Mesin Washer'*0.85)/1000)*HVV Diesel')}
8.	Energy Of Diesel Distribusi	liter	Auxiliary	{((('Jumlah Bahan Bakar Truck Produk'*0.85)/1000)*HVV Diesel' ('Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(1)]*'Faktor Emisi Solar'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(1)]*'Faktor Emisi
9.	Emisi Truck	ton	Auxiliary	Solar'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(1)]*'Faktor Emisi Solar'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)])*1<<MJ/liter>>*1<<ton/g>> ('Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(2)]*'Faktor Emisi Solar'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(2)]*'Faktor Emisi
10.	Emisi Pick Up	ton	Auxiliary	Solar'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Diesel Kebun'[INDEX(2)]*'Faktor Emisi Solar'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)])*1<<MJ/liter>>*1<<ton/g>>

11.	Emisi Sepeda Motor	ton	Auxiliary	$(\text{Energy Of Bensin Kebun} * \text{Faktor Emisi Bensin} [\text{INDEX}(1)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(1)] + \text{Energy Of Bensin Kebun} * \text{Faktor Emisi Bensin} [\text{INDEX}(2)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(2)] + \text{Energy Of Bensin Kebun} * \text{Faktor Emisi Bensin} [\text{INDEX}(3)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(3)]) * 1 \ll \text{MJ/liter} \gg * 1 \ll \text{ton/g} \gg$
12.	Emisi Transportasi Kebun	ton	Auxiliary	'Emisi Pick Up'+ 'Emisi Truck'+ 'Emisi Sepeda Motor'
13.	Emisi Mesin	ton	Auxiliary	'Emisi Mesin Knuezer'+ 'Emisi Mesin Pullper'+ 'Emisi Mesin Washer' (COD*Faktor Emisi CO2 Limbah [INDEX(1)]) * Potensi Pemansan CO2
14.	Emisi Limbah Cair	ton	Auxiliary	Equivalent [INDEX(1)] + (COD*Faktor Emisi CO2 or Emisi CO2 Limbah [INDEX(2)]) * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(2)] ('Energy Of Diesel Distribusi' * Faktor Emisi Solar [INDEX(1)] / 10 ¹⁰ * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(1)] + 'Energy Of Diesel Distribusi' * Faktor Emisi Solar [INDEX(2)] / 10 ¹⁰ * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(2)] + 'Energy Of Diesel Distribusi' * Faktor Emisi Solar [INDEX(3)] / 10 ¹⁰ * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(3)]) * 1 << MJ/liter >> * 1 << ton/g >>
15.	Emisi Distribusi	ton	Auxiliary	Equivalent [INDEX(1)] + 'Energy Of Diesel Distribusi' * Faktor Emisi Solar [INDEX(2)] / 10 ¹⁰ * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(2)] + 'Energy Of Diesel Distribusi' * Faktor Emisi Solar [INDEX(3)] / 10 ¹⁰ * Potensi Pemansan CO2 Equivalent [INDEX(3)] * 1 << MJ/liter >> * 1 << ton/g >>
16.	Faktor Emisi CO2 Limbah	persen	Constant	{0.7,0.4}
17.	Emisi Mesin Washer	ton	Auxiliary	$(\text{Energy Of Diesel Mesin} [\text{INDEX}(2)] * \text{Faktor Emisi Solar} [\text{INDEX}(1)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(1)] + \text{Energy Of Diesel Mesin} [\text{INDEX}(2)] * \text{Faktor Emisi Solar} [\text{INDEX}(2)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(2)] + \text{Energy Of Diesel Mesin} [\text{INDEX}(2)] * \text{Faktor Emisi Solar} [\text{INDEX}(3)] / 10^{10} * \text{Potensi Pemansan CO2 Equivalent} [\text{INDEX}(3)] * 1 \ll \text{MJ/liter} \gg * 1 \ll \text{ton/g} \gg$

18.	Emisi Mesin Knuezer	ton	<i>Auxiliary</i>	Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> 'Emisi Limbah Cair'*1<<mo/mg>>*1<<ton>>+'Emi si Mesin'+ 'Emisi Distribusi'+ 'Emisi Transportasi Kebun'
19.	Emisi Mesin Pullper	ton	<i>Auxiliary</i>	Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> 'Emisi Limbah Cair'*1<<mo/mg>>*1<<ton>>+'Emi si Mesin'+ 'Emisi Distribusi'+ 'Emisi Transportasi Kebun'
20.	Total Emisi	ton	<i>Auxiliary</i>	Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Diesel Mesin'[INDEX(1)]*Faktor Emisi Solar'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> ('Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(1)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(1)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(2)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(2)]+'Energy Of Bensin Mesin'*Faktor Emisi Bensin'[INDEX(3)]/10^10*Potensi Pemansan CO2 Equivalent'[INDEX(3)]*1<<MJ/liter >>*1<<ton/g>> 'Emisi Limbah Cair'*1<<mo/mg>>*1<<ton>>+'Emi si Mesin'+ 'Emisi Distribusi'+ 'Emisi Transportasi Kebun'

Sub Model Penerimaan Dan Biaya

No	Nama	Unit	Tipe	Definisi
1.	Harga Jual Kopi Bubuk	Rupiah	Constant	60000
2.	Harga Jual Biji Kopi	Rupiah	Constant	{NORMAL(10563.7500,4377.80184),NORMAL(10016.0000,2368.05631)ARRSUM((((Penjualan Biji Kopi Beras'[INDEX(1)]*0.561*Harga Jual Biji Kopi'[INDEX(1)])+(Penjualan Biji Kopi
3.	Profit	Rupiah/mo	Auxiliary	Beras'[INDEX(2)]*0.561*Harga Jual Biji Kopi'[INDEX(2)])+(Penjualan Kopi Bubuk'*Harga Jual Kopi Bubuk')-(Biaya Produksi')*1<<kg>>)*1<<1/kg>>
4.	Total Profit	Rupiah	Level	0 IF(TIME>STARTTIME+6<<mo>>),(Biaya Bahan Bakar'+Biaya Penggunaan Energi Listrik'+Biaya Bahan Baku'+Biaya Karyawan'+Biaya Pemeliharaan'+Biaya Penggunaan Pupuk Kimia'+Biaya Investasi Kompos'+Biaya Investasi Biogas'),0<<Rupiah/mo>>)
5.	Biaya Produksi	Rupiah/mo	Auxiliary	'Harga Pupuk Kimia'*Penggunaan Pupuk Kimia'*1<<1/mo>>
6.	Biaya Penggunaan Pupuk Kimia	Rupiah/mo	Auxiliary	Pupuk Kimia'*1<<1/mo>>
7.	Harga Pupuk Kimia	Rupiah/kg	Constant	2360
8.	Penggunaan Pupuk Kimia	Kg	Auxiliary	IF(MONTH())=11,'Luas Panen'*100<<kg/ha>>,IF(MONTH())=4,'Luas Panen'*100<<kg/ha>>,0<<kg>>)) IF(MONTH())=12,800000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan bangunan//+22280000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan mesin//+27900000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan transportasi//,IF(MONTH())=1,8000000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan bangunan//+22280000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan mesin//+27900000<<Rupiah>>>//biaya pemeliharaan transportasi//,0<<Rupiah>>))*1<<1/mo>>
9.	Biaya Pemeliharaan	Rupiah/mo	Constant	IF(MONTH())=7,((Jumlah Bahan Bakar Bensin'*Harga Bensin')+(Jumlah Bahan Bakar Solar)*Harga Solar)),IF(MONTH())=8,((Jumlah Bahan Bakar Bensin'*Harga Bensin')+(Jumlah Bahan Bakar Solar)*Harga
10.	Biaya Bahan Bakar	Rupiah/mo	Auxiliary	

11.	Biaya Penggunaan Listrik	Rupiah/mo	Auxiliary	<p>Solar')),IF(MONTH()=9,((Jumlah Bahan Bakar Bensin'*Harga Bahan Bakar Solar)*Harga Solar)),0<<Rupiah>>))*1<<1/mo>> IF(MONTH()=7,(Penggunaan Listrik Produksi'*Tarif Listrik)+(Penggunaan Listrik Bulanan'*Tarif Listrik),IF(MONTH()=8,(Penggunaan Listrik Produksi'*Tarif Listrik)+(Penggunaan Listrik Bulanan'*Tarif Listrik),IF(MONTH()=9,(Penggunaan Listrik Produksi'*Tarif Listrik)+(Penggunaan Listrik Bulanan'*Tarif Listrik'),Penggunaan Listrik Bulanan'*Tarif Listrik')))*1<<1/mo>> ARRSUM((Produksi Biji Kopi'*2311<<Rupiah/kg>>)+(Penjualan Kopi Bubuk'*2311<<Rupiah/kg>>))</p>
12.	Biaya Bahan Baku	Rupiah/mo	Auxiliary	<p>IF(MONTH()=8,'Konsumsi Karyawan'+Upah Karyawan',IF(MONTH()=9,'Konsumsi Karyawan'+Upah Karyawan',IF(MONTH()=10,'Konsumsi Karyawan'+Upah Karyawan',0<<Rupiah/mo>>)))</p>
13.	Biaya Karyawan	Rupiah/mo	Auxiliary	<p>IF(TIME=STARTTIME+4<<yr>>,IF('Persentase Limbah Cair di Olah'>0.19,((Persentase Limbah Cair di Olah'-0.19)/0.19)*700000,0),IF(MONTH()=6,IF('Persentase Limbah Cair di Olah'>0.19,((Persentase Limbah Cair di Olah'-0.19)/0.19)*50000,0,0))*1<<Rupiah/mo>></p>
14.	Biaya Investasi Biogas	Rupiah/mo	Auxiliary	<p>IF(TIME=STARTTIME+4<<yr>>,IF('Persentase Limbah Padat di Olah'>0.25,((Persentase Limbah Padat di Olah'-0.25)/0.25)*1175000,0),IF(MONTH()=6,IF('Persentase Limbah Padat di Olah'>0.25,((Persentase Limbah Padat di Olah'-0.25)/0.25)*75000,0,0))*1<<Rupiah/mo>></p>
15.	Biaya Investasi Kompos	Rupiah/mo	Auxiliary	<p>'Jumlah Bahan Bakar Sepeda Motor'+Jumlah Bahan Bakar Mesin Pullper'</p>
16.	Jumlah Bahan Bakar Bensin	Liter	Auxiliary	<p>'Jumlah Bahan Bakar Pick Up'+Jumlah Bahan Bakar</p>
17.	Jumlah Bahan Bakar Solar	Liter	Auxiliary	

18.	Jumlah Bahan Bakar Truck Produk	Liter	Auxiliary	Truck'+Jumlah Bahan Bakar Mesin Knuezer'+Jumlah Bahan Bakar Mesin Washer'+Jumlah Bahan Bakar Truck Produk' IF(MONTH())=8,(32*Trip Truck Distribusi)*15<<liter>>,IF(MONTH())=9,(32*Trip Truck Distribusi)*15<<liter>>,IF(MONTH())=10,(32*Trip Truck Distribusi)*15<<liter>>,0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,('Jarak Tempuh Truck'/Jarak Per Liter Solar*1<<liter>>)*30*Trip Truck Kebun',IF(MONTH())=8,('Jarak Tempuh Truck'/Jarak Per Liter Solar*1<<liter>>)*30*Trip Truck Kebun',IF(MONTH())=9,('Jarak Tempuh Truck'/Jarak Per Liter Solar*1<<liter>>)*30*Trip Truck Kebun',0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,('Jarak Tempuh Pick Up'/Jarak Per Liter Solar)*30*Trip Pick Up Kebun*1<<liter>>,IF(MONTH())=8,('Jarak Tempuh Pick Up'/Jarak Per Liter Solar)*30*Trip Pick Up Kebun*1<<liter>>,IF(MONTH())=9,('Jarak Tempuh Pick Up'/Jarak Per Liter Solar)*30*Trip Pick Up Kebun*1<<liter>>,0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,('Jarak Tempuh Sepeda Motor'/Jarak Perliter Bensin*1<<liter>>)*30*Trip Sepeda Motor Kebun',IF(MONTH())=8,('Jarak Tempuh Sepeda Motor'/Jarak Perliter Bensin*1<<liter>>)*30*Trip Sepeda Motor Kebun',IF(MONTH())=9,('Jarak Tempuh Sepeda Motor'/Jarak Perliter Bensin*1<<liter>>)*30*Trip Sepeda Motor Kebun',0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=8,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=9,5<<liter>>*30,0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=8,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=9,5<<liter>>*30,0<<liter>>))) IF(MONTH())=7,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=8,5<<liter>>*30,IF(MONTH())=9,5<<liter>>*30,0<<liter>>))) 5<<km>>
19.	Jumlah Bahan Bakar Truck	Liter	Auxiliary	
20.	Jumlah Bahan Bakar Pick Up	Liter	Auxiliary	
21.	Jumlah Bahan Bakar Sepeda Motor	Liter	Auxiliary	
22.	Jumlah Bahan Bakar Mesin Pullper	Liter	Constant	
23.	Jumlah Bahan Bakar Mesin Knuezer	Liter	Constant	
24.	Jumlah Bahan Bakar Mesin Washer	Liter	Constant	
25.	Jarak Tempuh Sepeda Motor	Km	Constant	

26.	Jarak Tempuh Truck	Km	Constant	11.5<<km>>
27.	Jarak Tempuh Pick Up	Km	Constant	8<<km>>
28.	Jarak Per Liter Solar	Km	Constant	3<<km>>
29.	Jarak Perliter Bensin	Km	Constant	10<<km>>
30.	Persen Angkut Armada Truck Kebun	Persen	Constant	0.5
31.	Persen Angkut Armada Pick Up Kebun	Persen	Constant	0.49
32.	Persen Angkut Armada Sepeda Motor Kebun	Persen	Constant	0.01
33.	Trip Truck Kebun	-	Auxiliary	ROUND((ARRSUM('Panen Buah Kopi')*Persen Angkut Armada Truck Kebun)/Kapasitas Angkut Truck Kebun*1<<mo>>,1,1)*Jumlah Armada Truck Kebun'
34.	Trip Pick Up Kebun	-	Auxiliary	ROUND((ARRSUM('Panen Buah Kopi')*Persen Angkut Armada Pick Up Kebun)/Kapasitas Angkut Pick Up Kebun*1<<mo>>,1,1)*Jumlah Armada Pick Up Kebun'
35.	Trip Sepeda Motor Kebun	-	Auxiliary	ROUND((ARRSUM('Panen Buah Kopi')*Persen Angkut Armada Sepeda Motor Kebun)/Kapasitas Angkut Sepeda Motor Kebun*1<<mo>>,1,1)
36.	Trip Truck Distribusi	-	Auxiliary	ROUND(ARRSUM('Penjualan Biji Kopi Beras')/Kapasitas Angkut Truck Distribusi Kebun*1<<mo>>,1,1)*Jumlah Armada Truck Distribusi'
37.	Jumlah Armada Truck Kebun	Unit	Constant	1
38.	Kapasitas Angkut Truck Kebun	Kg	Auxiliary	8000<<kg>>
39.	Jumlah Armada Pick Up Kebun	Unit	Constant	1
40.	Kapasitas Angkut Pick Up Kebun	Kg	Auxiliary	4000<<kg>>
41.	Jumlah Armada Sepeda Motor Kebun	Unit	Constant	1
42.	Kapasitas Angkut Sepeda Motor Kebun	Kg	Auxiliary	120<<kg>>
43.	Kapasitas Angkut Truck Distribusi	Kg	Auxiliary	10000<<kg>>

Syntax Skenario Kebijakan

No.	Variabel	Syntax
1.	Persen Limbah Padat di Olah Kompos	IF(SKENARIO=0,0.25,IF(SKENARIO=1,0.75,IF(SKENARIO=2,0.5,IF(SKENARIO=3,0.125,0))))
2.	Persen Limbah Cair di Olah Biogas	IF(SKENARIO=0,0.19,IF(SKENARIO=1,0.76,IF(SKENARIO=2,0.38,IF(SKENARIO=3,0.095,0))))
3.	Persen Angkut Armada	IF(SKENARIO=0,0.5,IF(SKENARIO=1,1,IF(SKENARIO=2,0.6,IF(SKENARIO=3,0,0))))
4.	Jumlah Armada Truck	IF(SKENARIO=0,1,IF(SKENARIO=1,2,IF(SKENARIO=2,1,IF(SKENARIO=3,0,0))))
5.	Jumlah Armada Pick Up	IF(SKENARIO=0,1,IF(SKENARIO=1,0,IF(SKENARIO=2,1,IF(SKENARIO=3,2,0))))
6.	Jumlah Armada Sepeda Motor	IF(SKENARIO=0,1,IF(SKENARIO=1,0,IF(SKENARIO=2,0,IF(SKENARIO=3,2,0))))

Lampiran E. Hasil Wawancara

- 1. Berapa kebutuhan air untuk mengolah biji kopi dalam satu hari?**
Jawaban : 27.000 liter per hari.
- 2. Berapa jumlah listrik yang digunakan dalam sekali pengolahan?**
Jawaban : Rp.67.000 per hari.
- 3. Kapan saja proses pengolahan dilakukan?**
Jawaban : Setiap hari selama panen raya dimulai (Juli - November).
- 4. Berapa permintaan per bulan PT. Indokom Citra Persada**
Jawaban : Pengiriman DP dilakukan setiap hari sebanyak 20 ton sedangkan untu SWP dikirim 2 hari sekali sebanyak 10 ton.
- 5. Berapa jumlah bahan bakar *truck*, *pick up* dan sepeda motor setiap hari perngolahan?**
Jawaban : *truck* 7 liter, *pick up* 5 liter dan sepeda motor 3 liter.
- 6. Berapa kebutuhan pupuk kimia di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo?**
Jawaban : 2,5 ons per pohon
- 7. Berapa luas lahan di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo?**
Jawaban : 500 hektar
- 8. Berapa jumlah pohon di agroindustri kopi rakyat Ketakasi Sidomulyo?**
Jawaban : 1 hektar 1.600 pohon
- 9. Pada bulan apa saja panen kopi dilakukan?**
Jawaban : bulan Juli sampai bulan September
- 10. Berapa harga jual produk kopi di PT. Indokom Citra Persada?**
Jawaban : 7.500/liter
- 11. Berapa pengolahan per hari di pabrik Ketakasi?**
Jawaban : 15 ton per hari
- 12. Berapa limbah padat yang dihasilkan dalam satu hari?**
Jawaban : 3 ton limbah padat
- 13. Berapa limbah cair yang dihasilkan dalam satu hari?**
Jawaban : 5 m³ limbah padat
- 14. Berapa kapasitas mesin pada pabrik ketakasi?**
Jawaban : 10 ton

Lampiran F. Perhitungan Persamaan Linier Dengan SPSS

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X ^b	.	Enter

- a. Dependent Variable: Y
 b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.975 ^a	.951	.944	.02014

- a. Predictors: (Constant), X

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.056	1	.056	136.814	.000 ^b
	Residual	.003	7	.000		
	Total	.058	8			

- a. Dependent Variable: Y
 b. Predictors: (Constant), X

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.228	.085		14.525	.000
	X	-.0004	.000	-.975	-11.697	.000

- a. Dependent Variable: Y