



**PRIORITAS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA
PROSES PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI
AGROINDUSTRI MAJU MAPAN KABUPATEN JEMBER
DENGAN METODE AHP (*Analytical Hierarchy Process*)**

SKRIPSI

Oleh
Siti Nur Azizah
NIM 161710201039

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PRIORITAS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA
PROSES PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI
AGROINDUSTRI MAJU MAPAN KABUPATEN JEMBER
DENGAN METODE AHP (*Analytical Hierarchy Process*)**

SKRIPSI

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

Oleh

**Siti Nur Azizah
NIM 161710201039**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

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

1. kedua orang tua saya tercinta, Bapak Mohammad Imron dan Ibu Fadhilah serta kakak saya Siti Afifah, Siti Sa'diyah, Nur Khafidzah dan adik saya M. Hakim yang selalu memberikan doa dan dukungan;
2. guru-guru saya yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya dengan sabar kepada saya sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi;
3. almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap. *)

(terjemahan Surat Al- Insyiroh 5-8)

Semua kemajuan tercipta ketika kita berada di luar zona nyaman.

(Michael John Bobak)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Siti Nur Azizah

NIM : 161710201039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Prioritas Penerapan Produksi Bersih Pada Proses Pengolahan Kopi Arabika Di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember Dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)” adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebut kan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

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

Jember, 06 April 2020

Yang menyatakan,

Siti Nur Azizah
NIM 161710201039

SKRIPSI

**PRIORITAS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA PROSES
PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI AGROINDUSTRI MAJU MAPAN
KABUPATEN JEMBER DENGAN METODE AHP (*Analytical Hierarchy
Process*)**

Oleh
Siti Nur Azizah
NIM 161710201039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi, M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Prioritas Penerapan Produksi Bersih pada Proses Pengolahan Kopi Arabika Di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Jumat
tanggal : 08 Mei 2020
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
Dosen Pembimbing Utama, Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T
NIP. 19731130 199903 2 001

Dian Purbasari, S.Pi, M.Si.
NIDN. 760016795

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Ir. Tasliman, M.Eng
NIP. 19620805 199302 1 002

Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T
NIP. 19760321 200212 2 0001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Prioritas Penerapan Produksi Bersih Pada Proses Pengolahan Kopi Arabika Di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember Dengan Metode AHP; Siti Nur Azizah, 161710201039; 2020; 96 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kabupaten Jember merupakan daerah potensi penghasil kopi terbesar kedua di Jawa Timur setelah Kabupaten Malang. Areal perkebunan kopi terluas kedua di Kabupaten Jember adalah Kecamatan Panti. Kecamatan Panti merupakan kecamatan yang berada di Kabupaten Jember dengan luasan wilayah 160.71 km² atau 4,88% dari luas wilayah keseluruhan Kabupaten Jember. Berdasarkan banyaknya perkebunan kopi yang ada, maka pada pengolahan kopi akan menghasilkan banyak limbah. Limbah buah kopi biasanya berupa daging buah yang secara fisik komposisi mencapai 48%, terdiri dari kulit buah 42% dan kulit biji 6%. Limbah padat buah kopi mengandung beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tanin, dan polifenol. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui proses pengolahan kopi arabika dan karakteristik limbah di Agroindustri Maju Mapan, mengetahui analisis kelayakan teknis dan finansial pada setiap potensi penerapan produksi bersih yang dapat diaplikasikan, dan untuk menentukan alternatif penerapan produksi bersih yang dapat diaplikasikan pada limbah pengolahan kopi di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember. Metode yang digunakan yaitu dengan pengambilan keputusan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) serta menganalisis kelayakan teknis dan kelayakan finansial untuk mendukung hasil metode AHP tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan kopi melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002. Berdasarkan dari analisis AHP menggunakan aplikasi *expert choice*, teh cascara merupakan prioritas alternatif produksi bersih pada pengolahan kopi di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember, didukung juga dengan hasil analisis kelayakan teknis dan finansial.

SUMMARY

The Priority of Clean Production Applied in Arabica Coffee Processing Process in Maju Mapan Agroindustry, Jember Regency Using AHP Method; Siti Nur Azizah, 161710201039; 2020; 96 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Jember Regency is the potential area of the second largest coffee producer in East Java after Malang Regency. The second largest coffee plantation area in Jember Regency is the Panti District. Panti Subdistrict is a sub district in Jember Regency with an area of 160.71 km² or 4.88% of the total area of Jember Regency. Based on the number of existing coffee plantations, the processing of coffee will produce a lot of waste. Coffee Cherries waste is usually in the form of flesh which physically composition reaches 48%, consisting of 42% fruit skin and 6% seed coat. From the coffee waste it self contains several toxic chemicals such as alkaloids, tannins, and polyphenols. The purpose of this research is to find out the Arabica coffee processing process and the characteristics of waste in maju Mapan Agroindustry, by the knowing technical and financial feasibility analysis on each potential clean production application that can be applied, and to determine alternative clean production applications that can be applied to coffee processing waste in Maju Mapan Agroindustry of Jember Regency. The method used is by making decisions using Analytical Hierarchy Process (AHP) and analyzing the technical feasibility and financial feasibility to support the results of the AHP method. The results of the analysis show that all wastewater generated from coffee processing exceeds the quality standard limits set by the East Java Governor Decree Number 45 of 2002. Based on the AHP analysis using the application of cascara tea choice experts is an alternative priority for clean production in coffee processing in Agroindustry Maju Mapan Jember Regency, also supported by the results of a technical and financial feasibility analysis that shows cascara tea is a priority because it has the highest value on financial feasibility.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prioritas Penerapan Produksi Bersih pada Proses Pengolahan Kopi Arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember dengan Metode AHP”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Elida Novita, S.TP, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing, memberikan masukan dan motivasi hingga ter selesainya penulisan skripsi ini;
2. Dian Purbasari, S.Pi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing, memberikan masukan dan motivasi hingga ter selesainya penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Tasliman, M.Eng selaku Ketua Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
6. Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T selaku Anggota Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas semua ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;

8. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Mohammad Imron dan Ibu Fadhilah serta kakak saya Siti Afifah, Siti Sa'diyah, Nur Khafidzah dan adik saya M. Hakim yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan selama ini;
9. Sahabatku SMA (Dinar, Maivi, Rintan, Lisa), yang tidak bosan mendengar keluh kesah ku dan selalu memberikan dukungan hingga saat ini;
10. Sahabat kuliah seperjuangan (Artha, Eni, Intan, Khotijah) , yang memberikan dukungan dan rasa kebersamaan hingga saat ini;
11. Teman-temanku dari TEP-A angkatan 2016, terima kasih untuk semua dukungan, motivasi, pengalaman dan kenang-kenangan tak terlupakan yang telah kita lewati selama 4 tahun bersama-sama;
12. Teman-temanku Teknik Pertanian angkatan 2016 yang penuh semangat, terima kasih untuk dukungan dan doanya;
13. Keluarga besar UKM Penalaran dan Penelitian Mahasiswa (UKM PELITA) Universitas Jember periode 2018/2019, terima kasih karena telah memberi semangat, kesempatan untuk berproses dan mencari pengalaman yang tidak terdapat di bangku perkuliahan;
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian ini dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 06 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DATA LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kopi.....	5
2.2 Proses Pengolahan Kopi.....	6
2.2.1 Pengolahan Basah (<i>Wet Process</i>).....	7
a. Sortasi Perambangan.....	7
b. <i>Pulping</i> (Pengupasan Kulit Buah).....	7
c. Fermentasi.....	7
d. Pencucian.....	8
e. Pengeringan.....	8

f. Hulling.....	8
g. Pembersihan (<i>Cleaning</i>).....	8
h. Penyimpanan.....	8
2.2.2 Pengolahan Kering (<i>dry process</i>).....	9
2.3 Pemanfaatan Limbah Pengolahan Kopi.....	9
2.4 Produksi Bersih.....	10
2.5 Karakteristik Limbah Pengolahan Kopi.....	11
2.6 Baku Mutu Limbah Cair Kopi.....	12
2.7 Analisis Kelayakan.....	13
2.7.1 Kelayakan Finansial.....	13
a. <i>Net Present Value</i> (NPV).....	13
b. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	14
c. <i>Benefit Cost Ratio</i> (B/C Rasio).....	14
d. <i>Pay Back Period</i> (PBP).....	14
2.8 Metode AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>).....	14
a. Decomposition.....	15
b. Comparative Judgement.....	15
c. Logical Concistency.....	15
2.9 Expert Choice.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1 Observasi Lapang dan Identifikasi Masalah.....	20
3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder dan Data Primer.....	21
a. Data Sekunder.....	21
b. Data Primer.....	21
3.3.3 Identifikasi dan Analisis Alternatif Potensi Penerapan Produksi Bersih.....	23
3.3.4 Analisis Kelayakan Teknis dan Finansial pada Setiap Potensi Penerapan Produksi Bersih Yang Dapat Diaplikasikan.....	24

a. Analisis Kelayakan Finansial.....	24
b. Analisis Kelayakan Teknis.....	25
3.3.5 Penyusunan Hirarki Pada Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	26
3.3.6 Penyusunan Pertanyaan Kuesioner Pada Metode AHP.....	26
3.3.7 Penentuan Pakar Responden Kuesioner Pada Metode AHP.....	27
3.3.8 Penentuan Prioritas Utama Alternatif Penerapan Produksi Bersih dengan Metode AHP Menggunakan Aplikasi <i>Expert Choice</i>	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	29
4.2 Identifikasi Neraca Massa dan Neraca Energi Proses Pengolahan Kopi Arabika.....	31
4.2.1 Neraca Massa Pada Proses Pengolahan Kopi Arabika.....	31
4.2.2 Neraca Energi Pada Proses Pengolahan Kopi Arabika.....	39
4.3 Analisis Karakteristik Limbah Proses Pengolahan Kopi Arabika	41
4.4 Identifikasi dan Analisis Alternatif Potensi Penerapan Produksi Bersih.....	44
4.4.1 Teh Cascara.....	47
4.4.2 Kompos Blok.....	48
4.4.3 Pakan Ternak.....	49
4.5 Analisis Kelayakan Alternatif Tindakan Produksi Bersih.....	50
4.6 Penyusunan Hirarki dan Pertanyaan Kuesioner pada Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	51
4.7 Penentuan Prioritas Utama Alternatif Penerapan Produksi Bersih dengan Metode AHP Menggunakan Aplikasi <i>Expert Choice</i>	57
BAB 5. PENUTUP.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

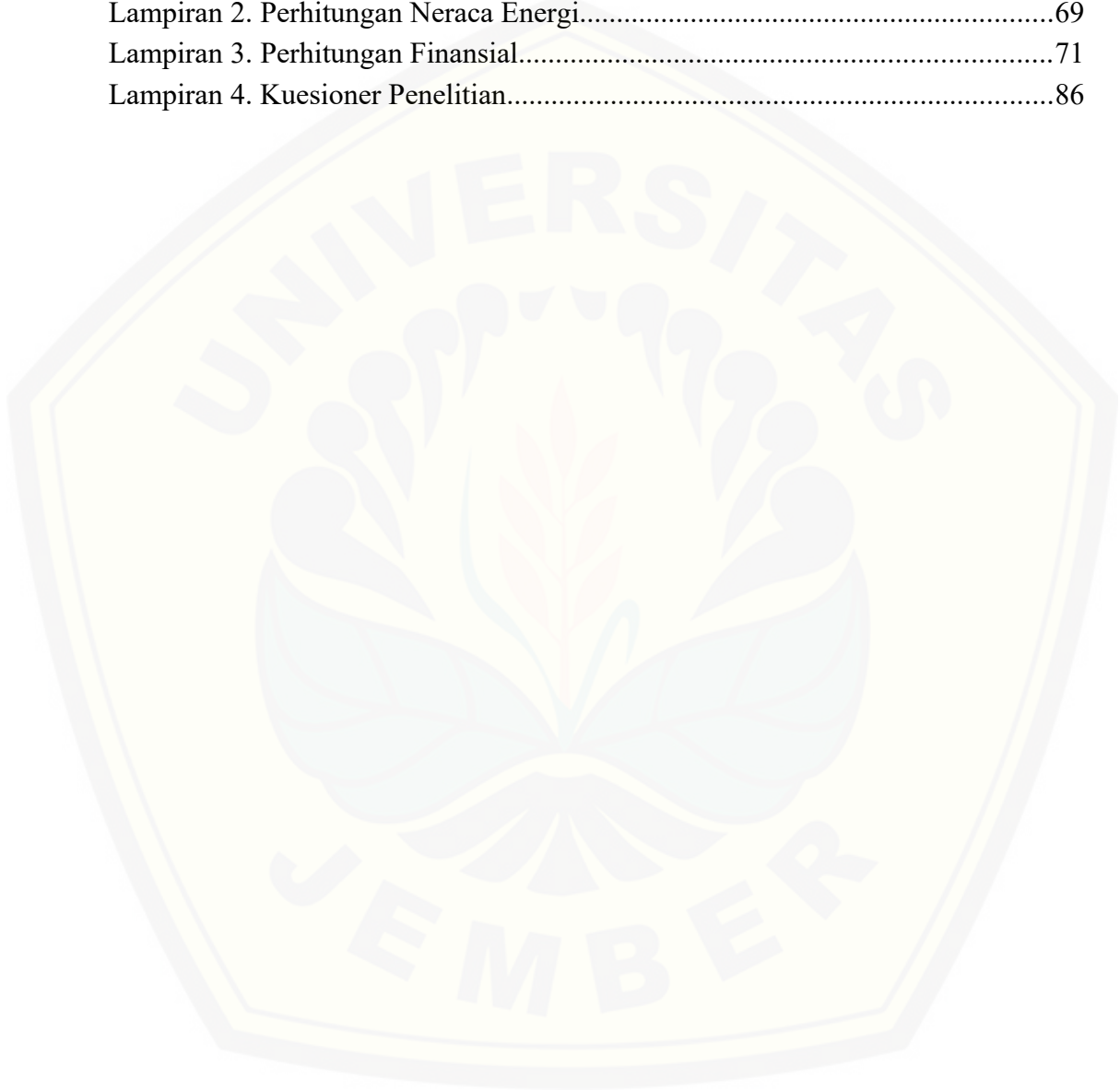
	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik limbah cair pengolahan kopi.....	12
Tabel 2.2 Baku mutu limbah cair pengupasan kopi/cokelat.....	13
Tabel 2.3 Tabel nilai dan skala pada kuesioner AHP.....	16
Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada penelitian.....	19
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan pada penelitian.....	19
Tabel 3.3 <i>Input output</i> pada setiap proses pengolahan kopi.....	21
Tabel 3.4 Identifikasi alternatif potensi penerapan produksi bersih.....	24
Tabel 3.5 Skala <i>comparative judgement</i>	27
Tabel 4.1 <i>Input</i> dan <i>output</i> pengolahan kopi arabika.....	32
Tabel 4.2 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses sortasi perambangan.....	34
Tabel 4.3 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses pengupasan (<i>pulping</i>).....	35
Tabel 4.4 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses fermentasi.....	36
Tabel 4.5 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses pencucian.....	36
Tabel 4.6 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses pengeringan.....	37
Tabel 4.7 <i>Input</i> dan <i>output</i> pada proses sortasi biji.....	38
Tabel 4.8 Energi tenaga kerja manusia pada setiap proses pengolahan kopi arabika	39
Tabel 4.9 Energi listrik pada setiap proses pengolahan kopi arabika.....	40
Tabel 4.10 Energi bahan bakar pada setiap proses pengolahan kopi arabika.....	41
Tabel 4.11 Rincian total energi masing-masing proses pengolahan kopi arabika.	41
Tabel 4.12 Data karakteristik limbah cair pengolahan kopi arabika.....	43
Tabel 4.13 Hasil akhir penilaian AHP pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan.....	45
Tabel 4.14 Analisis kelayakan alternatif tindakan produksi bersih.....	50
Tabel 4.15 Hasil akhir penilaian AHP pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan.....	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Potongan penampang buah kopi.....	6
Gambar 2.2 Struktur hierarki dalam AHP.....	16
Gambar 3.1 Agroindustri Pengolahan Kopi Maju Mapan.....	18
Gambar 3.2 Diagram alir prosedur penelitian.....	20
Gambar 3.3 Struktur hirarki pada metode AHP.....	26
Gambar 4.1 Produk kopi yang sudah di kemas.....	30
Gambar 4.2 Diagram kesetimbangan massa proses pengolahan kopi.....	33
Gambar 4.3 Mesin <i>pulper</i>	35
Gambar 4.4 Mesin <i>washer</i>	37
Gambar 4.5 Para-para.....	38
Gambar 4.6 Kegiatan sortasi biji.....	38
Gambar 4.7 Limbah cair pengolahan kopi.....	42
Gambar 4.8 Limbah padat pengolahan kopi.....	42
Gambar 4.9 Hirarki AHP pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.....	52

DATA LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi.....	67
Lampiran 2. Perhitungan Neraca Energi.....	69
Lampiran 3. Perhitungan Finansial.....	71
Lampiran 4. Kuesioner Penelitian.....	86



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Jember merupakan daerah potensial penghasil kopi terbesar kedua di Jawa Timur setelah Kabupaten Malang. Areal perkebunan kopi terluas di Kabupaten Jember terbesar kedua berada di Kecamatan Panti (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017). Kecamatan Panti merupakan kecamatan yang berada di Kabupaten Jember dengan luasan wilayah 160.71 km² atau 4,88% dari luas wilayah keseluruhan Kabupaten Jember dengan ketinggian rata - rata 50 - 1.340 mdpl. Berdasarkan luasnya perkebunan kopi yang ada di Kecamatan Panti, maka pada pengolahan kopi akan menghasilkan banyak limbah. Salah satu tempat pengolahan kopi yang ada di Kecamatan Panti yaitu Agroindustri Maju Mapan yang berada di Desa Kemiri Kecamatan Panti Kabupaten Jember.

Dalam proses pengolahan kopi ada dua macam yaitu pengolahan basah (*wet process*) dan pengolahan kering (*dry process*). Pengolahan basah meliputi proses sortasi rambang, *pulping* (pengupasan), fermentasi, pencucian, pengeringan, hulling dan pembersihan. Penerapan teknologi pengolahan basah pada pasca panen kopi adalah salah satu upaya untuk meningkatkan mutu kopi rakyat. Buah kopi akan melalui proses fermentasi yang dipercaya dapat meningkatkan cita rasa (Najiyati dan Danarti, 2004).

Pengolahan basah menghasilkan limbah padat dan limbah cair yang akan menimbulkan permasalahan lingkungan. Limbah buah kopi biasanya berupa daging buah yang secara fisik komposisi mencapai 48%, terdiri dari kulit buah 42% dan kulit biji 6% (Zainuddin dan Murtisari, 1995). Sementara menurut Simanihuruk dan Siarit (2010), proporsi kulit kopi yang dihasilkan dalam pengolahan cukup besar, yaitu 40 - 45%. Dalam 1 ha areal pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sekitar 1,8 ton. Limbah kulit kopi sebagian besar dibuang ke lingkungan sekitar tanpa adanya penanganan terlebih dahulu.

Dampak sederhana limbah kopi yang dibuang ke lingkungan akan menimbulkan bau busuk. Hal ini karena kulit kopi masih memiliki kadar air yang

tinggi, yaitu 75-80% sehingga sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba pembusuk yang akan mengganggu lingkungan sekitar. Pemanfaatan limbah kopi hingga saat ini belum maksimal. Pengembangan perkebunan, khususnya kopi yang dilakukan saat ini secara tidak langsung juga akan menambah jumlah limbah kopi yang dihasilkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan penerapan produksi bersih.

Produksi bersih merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk mengelola lingkungan yang bersifat pencegahan, terpadu, dan diterapkan secara berkelanjutan sehingga mengurangi risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Indrastuti dan Fauzi, 2009). Oleh karena itu, perlu adanya penanganan lebih lanjut untuk mengurangi pencemaran limbah dan meningkatkan efisiensi dengan cara melakukan penerapan produksi bersih dengan menentukan potensi penerapan produksi bersih yang akan diaplikasikan pada proses pengolahan kopi Arabika di Agroindustri Maju Mapan dengan hasil analisis menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) serta menganalisis kelayakan teknis dan kelayakan finansial untuk mendukung hasil metode AHP tersebut. AHP merupakan suatu metode pengambilan keputusan dengan menyederhanakan suatu permasalahan kompleks yang tak terstruktur, strategis, dan dinamik dalam bentuk suatu hirarki.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana analisis neraca massa dan neraca energi proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember?
2. Bagaimana karakteristik limbah hasil proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember?
3. Bagaimana identifikasi dan analisis alternatif potensi penerapan produksi bersih pada proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember?

4. Bagaimana analisis kelayakan teknis dan finansial pada setiap potensi penerapan produksi bersih yang dapat diaplikasikan pada proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember?
5. Bagaimana prioritas utama berdasarkan alternatif potensi penerapan produksi bersih proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember dari hasil pengambilan keputusan terakhir dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu limbah proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Desa Kemiri Kecamatan Panti Kabupaten Jember dari hasil pengambilan keputusan terakhir dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Menentukan analisis neraca massa dan neraca energi proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.
2. Menentukan karakteristik limbah hasil proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.
3. Mengidentifikasi dan menganalisis alternatif potensi penerapan produksi bersih pada proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.
4. Menentukan kajian analisis kelayakan teknis dan finansial pada setiap potensi penerapan produksi bersih yang dapat diaplikasikan pada limbah pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.
5. Menentukan prioritas utama berdasarkan alternatif potensi penerapan produksi bersih proses pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember dari hasil pengambilan keputusan terakhir dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi banyak pihak di antaranya:

1. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi : sebagai bahan referensi untuk informasi alternatif penerapan produksi bersih yang berpotensi untuk diterapkan dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.
2. Bagi pemerintah : memberikan informasi dan sumbangan pemikiran yang bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam rangka menentukan kebijakan pengembangan Agroindustri Maju Mapan Kabupaten Jember.
3. Bagi masyarakat : memberikan informasi dalam merencanakan pembangunan Agroindustri Maju Mapan sehingga didapatkan keputusan yang tepat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

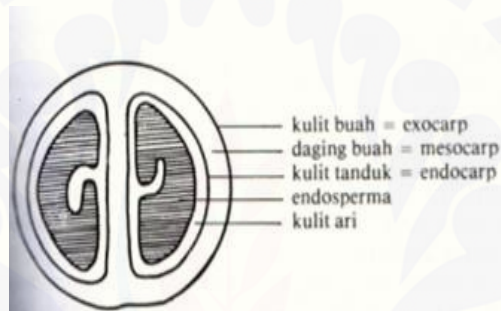
2.1 Kopi

Tanaman Kopi (*Coffea sp.*) termasuk dalam family Rubiaceae dan genus *Coffea*, yang terdiri dari berbagai jenis antara lain *Coffea Arabica*, *Coffea Liberika* dan *Coffea Robusta*. Tanaman kopi jenis Arabika dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian antara 700 - 1700 mdpl dengan suhu 16 - 20°C. Tanaman kopi jenis robusta dapat tumbuh pada ketinggian 400 - 700 mdpl dengan suhu 21 - 24°C. Sedangkan tanaman kopi jenis liberika cocok tumbuh di dataran rendah yang beriklim panas dan basah. Pada umumnya tanaman kopi tumbuh optimum di daerah dengan curah hujan 2.000 - 3.000 mm/tahun serta waktu musim kering sekurang-kurangnya 1 - 2 bulan pada waktu berbunga dan pada waktu pemetikan buah (Najiyati dan Danarti, 2004). Usia ideal tanaman kopi yang produktif yakni 5 tahun sampai 20 tahun dan jika perawatan tanaman kopi baik maka akan menghasilkan sampai umur sekitar 30 tahun. Menurut Rahardjo (2012) berikut taksonomi tanaman kopi:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermantophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea sp, Coffea Arabica L, Coffea canephora var robusta. Coffea liberica, Coffea Excelsa</i>

Menurut AAK (2002) Kulit kopi terdiri dari:

1. Lapisan bagian luar tipis yakni disebut "*Exocarp*"; lapisan ini kalau sudah masak berwarna merah.
2. Daging buah; daging buah ini mengandung serabut yang bila sudah masak berlendir dan rasanya manis, maka sering disukai binatang kera atau musang. Daging buah ini disebut "*Mesocarp*".
3. Kulit tanduk atau kulit dalam; kulit tanduk ini merupakan lapisan tanduk yang menjadi batas kulit dan biji yang keadaannya agak keras. Kulit ini disebut "*Endocarp*".



Gambar 2.1 Potongan penampang buah kopi

2.2 Proses Pengolahan Kopi

Rahardjo (2012) menyatakan bahwa, kopi yang sudah dipetik harus segera diolah lebih lanjut dan tidak boleh dibiarkan begitu saja selama lebih dari 12 sampai 20 jam. Bila kopi tidak segera diolah dalam jangka waktu tersebut, maka kopi akan mengalami fermentasi dan proses kimia lainnya yang bisa menurunkan mutu dari kopi tersebut. Apabila terpaksa belum diolah, maka kopi harus direndam terlebih dahulu dalam air bersih yang mengalir. Menurut Ciptadi dan Nasution (1985), proses pengolahan kopi dibagi menjadi dua yaitu proses olah basah (*wet process*) dan proses olah kering (*dry process*). Perbedaan di antara keduanya terdapat pada pengupasan daging buah dan kulit majemuk dilakukan sewaktu basah atau setelah kering dan pada saat fermentasi dilakukan menggunakan air atau tidak menggunakan air.

2.2.1 Pengolahan Basah (*Wet Process*)

Menurut Najiyati dan Danarti (2004) Pengolahan kopi secara basah akan menghasilkan limbah padat berupa kulit buah pada proses pengupasan buah (*pulping*) dan kulit tanduk pada saat pemisahan (*hulling*). Dinyatakan bahwa pengolahan basah dapat menggunakan air hingga mencapai 12 - 15 m³ per ton. Ada beberapa tahap dalam pengolahan kopi secara basah antara lain:

a. Sortasi Perambangan

Sortasi perambangan dimaksudkan untuk memisahkan buah yang *superior* (masak, bernas dan seragam) dari buah *inferior* (cacat, hitam, pecah, berlubang, dan terserang hama/penyakit). Kotoran seperti daun, ranting, tanah, dan kerikil harus dibuang karena dapat merusak mesin pengupas. Kopi merah yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam sebuah alat atau bak sortasi. Bak ini dilengkapi dengan saringan, kran masukan, dan kran pengeluaran air. Setelah itu bak diisi air dengan membuka kran pemasukan air. Bila bak hampir penuh, kemudian diaduk. Buah kopi yang terserang bubuk dan yang hampa akan mengapung dan yang berisi akan tenggelam. Selanjutnya, buah kopi yang tenggelam akan disalurkan pada mesin *pulper* dan buah kopi yang terapung akan diolah secara kering (Najiyati dan Danarti, 2001).

b. *Pulping* (Pengupasan Kulit Buah)

Pulping bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit ter-luar dan *mesocarp* dengan menggunakan mesin *pulper* akan tetapi tetap mempertahankan kulit tanduk masih melekat pada keping biji. Kopi yang baru dipetik haruslah dikupas pada hari itu juga agar lebih mudah dan juga lebih bersih (Najiyati dan Danarti, 2001).

c. Fermentasi

Fermentasi bertujuan untuk melepaskan lapisan lendir (*mucilage*) yang masih melekat pada kulit tanduk. Hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pengaturan suhu dan lamanya fermentasi. Menurut Najiyati dan Danarti (2004) fermentasi kopi dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama secara

basah dengan cara merendam kopi di dalam air selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti, jika tidak diganti maka kopi akan berbau busuk sehingga menurunkan mutu. Yang kedua fermentasi secara kering dengan cara menumpuk kopi di tempat yang teduh selama 2 - 3 hari atau dikeringkan dengan suhu 50°C - 55°C sampai kadar air mencapai 40%.

d. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sisa lendir dan kotoran lainnya yang masih tertinggal setelah fermentasi. Pencucian dilakukan sampai biji kopi sudah tidak terasa licin saat dipegang, akan tetapi sebaiknya juga tidak melebihi dari 15 menit karena akan terjadi penurunan konsentrasi gula.

e. Pengeringan

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada biji kopi setelah proses pencucian. Kopi yang sudah selesai dicuci mengandung kadar air 53 - 55%. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air tersebut menjadi 8 - 12%. Dengan kadar air $\pm 12\%$ kopi tidak mudah terserang cendawan dan tidak mudah pecah.

f. *Hulling*

Hulling bertujuan untuk memisahkan biji kopi yang sudah kering dari kulit tanduk dan kulit arinya. Di dalam mesin *huller*, maka biji kopi itu dihimpit dan diremas, dengan demikian kulit tanduk dan kulit arinya akan terlepas.

g. Pembersihan (*Cleaning*)

Sortasi biji kopi dimaksudkan untuk membersihkan kopi beras dari kotoran sehingga memenuhi syarat mutu.

h. Penyimpanan

Buah kopi dapat disimpan dalam bentuk buah kopi kering yang membutuhkan kondisi penyimpanan yang sama. Beberapa faktor penting pada penyimpanan biji kopi adalah kadar air biji kopi yaitu 12%, kelembapan relatif udara yaitu 70% dan kebersihan gudang.

2.2.2 Pengolahan Kering (*dry process*)

Metode pengolahan cara kering banyak dilakukan di tingkat petani karena mudah dilakukan dengan peralatan sederhana. Pengeringan buah kopi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan alami dengan menggunakan sinar matahari dan pengeringan buatan dengan menggunakan mesin pengering. Pengolahan dimulai dengan proses pengeringan di bawah sinar matahari hingga kadar air 8 - 10% (Sumarno, 2009). Kemudian didinginkan dan dilakukan pengupasan dua kali, pertama untuk melepaskan daging buah kering, dan pengupasan kedua untuk melepaskan kulit tanduk dan kulit ari (Najiyati dan Danarti, 2004).

2.3 Pemanfaatan Limbah Pengolahan Kopi

Jika mengikuti proses pengolahan basah secara penuh, konsumsi air dapat mencapai 7 - 9 m³ per ton buah kopi yang diolah. Kebutuhan air untuk proses pencucian berkisar antara 5-6 m³ per ton biji kopi berkulit cangkang (Widyotomo, 2013). Wahyudi dan Yusianto (1993) melaporkan bahwa untuk setiap ton biji kopi kering dihasilkan sekitar 20 m³ limbah cair. Lebih lanjut (Mulato *et al.*, 2006) melaporkan bahwa dari tiap satu ton buah basah akan diperoleh lebih kurang 200 kg kulit kopi kering. Jumlah limbah kopi yang perlu ditangani sebesar 44,6% dari berat buah kopi kering (Braham, 1979). Penelitian lain melaporkan bahwa limbah kulit buah kopi yang dihasilkan dari proses pengolahan cara basah mencapai 43% bobot buah (Ismayadi *et al.*, 1997), dan air yang diperlukan untuk pengolahan mencapai 20 liter/kg kopi pasar (*green bean*) (Ismayadi, 2000). Lebih lanjut Ditjenbun (2006) melaporkan bahwa dalam 1 ha areal pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sekitar 1,8 ton setara dengan produksi tepung limbah 630 kg.

Limbah padat dan cair pengolahan kopi memiliki potensi untuk dapat diolah lanjut menjadi produk pangan dan non pangan dengan mutu serta nilai tambah yang lebih baik. Bentuk diversifikasi produk yang dapat dihasilkan antara lain papan partikel, amelioran tanah, media tanam, kompos organik, minuman ringan beralkohol, minuman dengan kadar gula tinggi, media produksi protein sel

tunggal C. utilis, pakan ternak, bioetanol, biodiesel, biogas, bahan bakar sumber panas proses pengeringan dan lain-lain. Beberapa teknologi diversifikasi produk dapat diaplikasikan di lapangan disesuaikan dengan skala produksi dan prioritas fungsionalnya. Namun beberapa teknologi diversifikasi masih perlu di kaji lebih mendalam, terutama kajian awal skala laboratorium untuk memperoleh kondisi optimum proses jika diaplikasikan pada skala yang lebih besar. Diversifikasi produk dengan sumber bahan baku berupa limbah pengolahan kopi diharapkan dapat menekan serendah mungkin dampak negatifnya terhadap lingkungan dan memberikan peningkatan pendapatan, serta peluang usaha di sektor perkebunan kopi rakyat (Widyotomo, 2013).

Kegiatan penelitian dan pengembangan untuk memperoleh teknologi diversifikasi limbah padat dan cair pengolahan kopi masih terus dilakukan untuk memperoleh ragam produk dengan proses produksi yang efisien dan peningkatan nilai tambah yang lebih baik. Wahyudi dan Yusianto (1993) melaporkan bahwa limbah cair pengolahan kopi dapat di proses menjadi makanan ternak berprotein tinggi melalui proses biofermentasi, dan produksi asam cuka. Prata dan Oliveira (2007) menggunakan kulit cangkang kopi sebagai sumber bahan baku potensial untuk menghasilkan antosianin. Rufford *et al* (2008) membuat elektrode karbon nanoporos dari limbah padat biji kopi yang berfungsi sebagai super kapasitor dengan performa tinggi. Pengembangan proses gasifikasi limbah kulit cangkang kopi dengan suhu udara tinggi dilakukan oleh Wilson *et al* (2010). Akasaka *et al* (2011) memanfaatkan limbah padat kopi sebagai bahan baku fabrikasi karbon poros yang berfungsi untuk menyimpan hidrogen. Zuorro dan Lavecchia (2011) memproses limbah padat bubuk kopi menjadi sumber campuran senyawa fenol dan bioenergi. Ekstraksi minyak kopi dari bahan baku limbah padat biji kopi dilakukan oleh Al-Hamamre *et al* (2012) yaitu sebagai sumber bahan baku terbarukan melalui proses produksi asam lemak metil ester.

2.4 Produksi Bersih

Menurut Hidup (2017) produksi bersih (*cleaner production*) merupakan suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan

diterapkan secara kontinyu pada proses produksi, produk, dan jasa untuk meningkatkan efisiensi sehingga mengurangi risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Produksi bersih bertujuan untuk mencegah dan meminimalkan terbentuknya limbah atau bahan pencemar lingkungan di seluruh tahapan proses produksi. Di samping itu, produksi bersih juga melibatkan upaya-upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku, bahan penunjang, dan energi di seluruh tahapan produksi. Secara singkat, produksi bersih memberikan dua keuntungan, pertama meminimisasi terbentuknya limbah, sehingga dapat melindungi kelestarian lingkungan hidup dan kedua adalah efisiensi dalam proses produksi, sehingga dapat mengurangi biaya produksi.

Menurut (Hidup, 2017) prinsip dalam produksi bersih diaplikasikan dalam bentuk kegiatan yang dikenal sebagai 4R, yaitu *Reuse*, *Reduction*, *Recovery*, dan *Recycling*.

- 1) *Reuse*, atau penggunaan kembali adalah suatu teknologi yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa mengalami perlakuan fisika/kimia/biologi.
- 2) *Reduction*, atau pengurangan limbah pada sumbernya adalah teknologi yang dapat mengurangi atau mencegah timbulnya pencemaran di awal produksi misalnya substitusi bahan baku yang ber B3 dengan B9 segregasi tiada.
- 3) *Recovery*, adalah teknologi untuk memisahkan suatu bahan atau energi dari suatu limbah untuk kemudian dikembalikan ke dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika/kimia/biologi.
- 4) *Recycling*, atau daur ulang adalah teknologi yang berfungsi untuk memanfaatkan limbah dengan memprosesnya kembali ke proses semula yang dapat dicapai melalui perlakuan fisika/kimia/biologi.

2.5 Karakteristik Limbah Pengolahan Kopi

Limbah kulit buah kopi mengandung bahan organik dan unsur hara yang potensial untuk digunakan sebagai media tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar C-organik kulit buah kopi adalah 45,3%, kadar nitrogen 2,98%,

fosfor 0,18% dan kalium 2,26% (Ditjenbun, 2006). Ezquivel (2012) menyebutkan bahwa limbah *pulp* kopi memiliki komposisi seperti karbohidrat 35%, protein 10%, fiber 30,8% dan mineral 10,7%, protein 8,9%, gula 4,1%. Adapun menurut Pandey *et al* (2000), pulp kopi dari hasil *pulping* mengandung sekitar 50% karbohidrat, 10% protein, 20% serat, 2,5% lemak, dan 1,3% kafein . Selain itu, limbah pulp ini mengandung senyawa polifenol (asam klorogenat, flavonol, antosianidin, katekin, rutin, tanin dan asam ferulat). Senyawa asam yang dihasilkan dari proses fermentasi kulit buah kopi adalah etanol, asam butirat dan propionat. Kandungan zat nutrisi yang terdapat pada kulit buah kopi seperti; protein kasar sebesar 10,4%, serat kasar sebesar 17,2% dan energi metabolis 14,34 MJ/kg relatif sebanding dengan zat nutrisi rumput. Kandungan selulosa di dalam limbah kulit kopi sebesar 65,2 % dan bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol. Limbah cair pengolahan kopi mengandung bahan-bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai medium pertumbuhan mikroorganisme dalam proses biofermentasi (Widyotomo, 2013). Berikut karakteristik limbah cair pengolahan kopi (Hendra *et al.*, 2018).

Tabel 2.1 Karakteristik limbah cair pengolahan kopi

Parameter	BF1	BF2	BF3	BF4	Satuan
pH	5,2	4,7	4,7	4,7	-
Suhu	25,3	25,4	30,3	23	°C
COD	3416,7	3972,7	3242,3	2346	mg/L
BOD	2016	2506	786	1720	mg/L
N	201,1	205	129,4	15,6	mg/L
C	906	2310	726	1584	mg/L
C/N	7,5	7,8	12,9	46,6	-

Sumber : Hendra *et al.*, (2018)

2.6 Baku Mutu Limbah Cair Kopi

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002.

Tabel 2.2 Baku mutu limbah cair pengupasan kopi/cokelat

Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Pengupasan Kopi/ Cokelat	
Volume Limbah Cair Maksimum Persatuan Produk	
40 m³/ ton produk	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
BOD5	75
COD	200
TSS	100
Minyak dan Lemak	20
pH	6-9

Catatan :

- a. Kadar maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah

2.7 Analisis Kelayakan

Tujuan dari studi kelayakan yaitu untuk menghindari risiko kegagalan besar dari kegiatan yang tidak menguntungkan, menghindari risiko kerugian, mempermudah perencanaan, memudahkan pengawasan, dan memudahkan pengendalian. Studi kelayakan dibuat untuk berbagai pihak, baik untuk pihak internal maupun pihak eksternal.

Menurut Indrastuti dan Fauzi (2009), dalam membuat analisis kelayakan ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu pertimbangan teknologi, ketersediaan teknologi yang dimiliki, keterbatasan fasilitas, dan kesesuaian operasi yang ada.

2.7.1 Kelayakan Finansial

Menurut Indrastuti dan Fauzi (2009), analisis kelayakan finansial merupakan suatu analisis yang digunakan untuk menentukan apakah penerapan alternatif tindakan produksi bersih dapat terus dilanjutkan atau tidak.

a. *Net Present Value* (NPV)

NPV merupakan metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi *present* menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan evaluasi yang dilakukan atau pada periode tahun ke nol dalam perhitungan *cash flow* ekonomi.

$$NPV = -I + A (PA, i\%, n) + SV (PF, i\%, n) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan : I = harga beli (ekonomi) ; A = Pendapatan per tahun ; N = umur ekonomis proyek ; I = tingkat suku bunga yang berlaku (10%); S = nilai sisa

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR merupakan tingkat keuntungan yang akan diperoleh investor dari investasi proyek yang dilaksanakan.

$$IRR = i + \frac{NPV 1}{NPV 1 - NPV 2} (i_2 - i_1) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan : I1 = Tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV bernilai positif ; I2 = Tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV bernilai negatif ; NPV1 = NPV yang bernilai positif ; NPV2 = NPV yang bernilai negatif.

c. *Benefit Cost Ratio (B/C Rasio)*

B/C Rasio merupakan analisis yang digunakan untuk mengevaluasi atau menentukan perbandingan antara nilai keuntungan dari modal yang digunakan pada suatu proyek. Parameter yang digunakan adalah apabila nilai B/C Rasio, maka proyek layak untuk dilaksanakan.

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{PW \text{ Benefits}}{PW \text{ Cost}} = \frac{EUAB}{EUAC} > 1 \dots \dots \dots (2.3)$$

d. *Pay Back Period (PBP)*

PBP (*Pay Back Period*) merupakan jangka waktu kembalinya investasi yang dikeluarkan melalui keuntungan yang didapatkan dari suatu proyek yang sudah dibuat.

$$Pay \ Back \ Period = \frac{Nilai \ Investasi \ awal}{Keuntungan} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.8 Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

AHP merupakan salah satu alat bantu (proses) dalam pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L Saaty pada tahun 1970an. Prosedur ini begitu *powerfull* sehingga sudah diaplikasikan secara luas dalam pengambilan keputusan yang penting. Persoalan yang kompleks dapat disederhanakan dan dipercepat proses pengambilan keputusannya (Marimin, 2004). AHP

memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk (atau alternatif majemuk terhadap suatu kriteria) secara intuitif, yaitu dengan melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Semua elemen dikelompokkan secara logika dan diperingatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis (Marimin, 2004). Terdapat tiga prinsip dalam menyelesaikan masalah menggunakan AHP, yaitu :

a. Decomposition

Decomposition adalah membagi suatu permasalahan secara keseluruhan menjadi bagian-bagian yang saling berhubungan menjadi suatu hirarki. Susunan hirarki tersebut terdiri dari *goal*, kriteria, dan alternatif.

b. Comparative Judgement

Comparative judgement dilakukan dengan memberi penilaian terhadap kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan di atasnya untuk menentukan urutan prioritas dari elemen-elemennya. Hasil ini akan disajikan dalam bentuk matriks *pairwise comparison* dengan skala kuantitatif dari 1 sampai 9.

c. Logical Consistency

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan di ranking secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Penilaian yang mempunyai konsistensi yang tinggi memberikan hasil keputusan yang akurat. AHP mengukur konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan melalui rasio konsistensi, dimana rasio konsistensi ini harus lebih kecil atau sama dengan 10%.

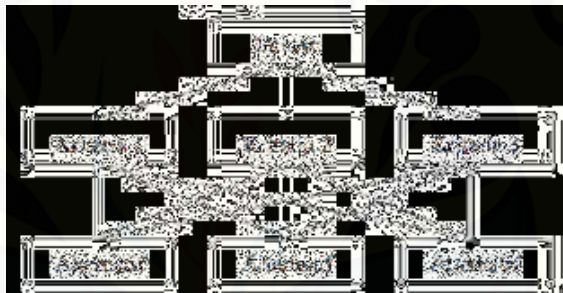
Secara grafis, persoalan keputusan AHP dapat dikonstruksikan sebagai diagram bertingkat, yang dimulai dengan goal/sasaran, lalu kriteria level pertama, subkriteria dan akhirnya alternatif (Marimin, 2004). Penggunaan AHP bukan hanya untuk institusi pemerintahan atau swasta namun juga dapat diaplikasikan untuk keperluan individu terutama untuk penelitian-penelitian yang berkaitan dengan kebijakan atau perumusan strategi prioritas. Mengapa AHP dapat diandalkan, karena dalam AHP suatu prioritas disusun dari berbagai pilihan yang

dapat berupa kriteria yang sebelumnya telah di dekomposisi (struktur) terlebih dahulu, sehingga penetapan prioritas didasarkan pada suatu proses yang terstruktur (hierarki) dan masuk akal. Jadi pada intinya AHP membantu memecahkan persoalan yang kompleks dengan menyusun suatu hirarki kriteria, dinilai secara subjektif oleh pihak yang berkepentingan lalu menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas (kesimpulan) (Marimin, 2004).

Menurut Marimin (2004) Ide dasar prinsip kerja AHP adalah :

1) Penyusunan Hierarki

Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki.



Gambar 2.2 Struktur hierarki dalam AHP

2) Penilaian Kriteria dan Alternatif

Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1993), untuk berbagai persoalan skala 1 sampai 9 merupakan skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Tabel nilai dan skala pada kuesioner AHP

Nilai	Keterangan
1	Kriteria A sama penting dari kriteria B
3	Kriteria A sedikit lebih penting dari kriteria B
5	Kriteria A jelas lebih penting dari kriteria B
7	Kriteria A sangat jelas lebih penting dari kriteria B
9	Kriteria A mutlak lebih penting dari kriteria B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan

Nilai perbandingan A dengan B adalah 1 (satu) dibagi dengan nilai perbandingan B dengan A

3) Penentuan Prioritas

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat relatif dari seluruh alternatif. Bobot atau prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematik.

4) Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis.

2.9 Expert Choice

Expert choice merupakan suatu program aplikasi yang dapat digunakan sebagai salah satu *tool* untuk membantu para pengambil keputusan dalam menentukan keputusan. *Expert choice* menawarkan beberapa fasilitas mulai dari *input* data - data kriteria, dan beberapa alternatif pilihan, sampai dengan penentuan tujuan. *Expert choice* mudah dioperasikan dengan *interface* yang sederhana. Kemampuan lain yang disediakan yaitu mampu melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif sehingga hasilnya rasional. Didukung dengan gambar grafik dua dimensi membuat *expert choice* semakin menarik. *Expert choice* didasarkan pada metode satu proses hirarki analitik (*Analytic Hierarchy Process/AHP*). Aplikasi ini dipilih berdasarkan pertimbangan penggunaannya yang relatif mudah, serta tersedia versi *trial* yang dapat digunakan secara bebas untuk jumlah kriteria yang telah ditentukan (Nasibu, 2009).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Agroindustri Maju Mapan Desa Kemiri Kecamatan Panti Kabupaten Jember dan Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Juli 2019 sampai Oktober 2019.



Gambar 3.1 Agroindustri Pengolahan Kopi Maju Mapan

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada penelitian

No	Analisis Proses Produksi	Analisis Karakteristik Limbah Cair Kopi	Wawancara AHP
1.	Gelas ukur	Botol winkler 250 ml	Alat tulis
2.	Mesin <i>pulper</i>	Erlenmeyer 1000 ml	Kuesioner
3.	Mesin <i>washer</i>	Pipet volumetrik 50 ml	Kamera
4.	Bak fermentasi	Pipet suntik	
5.	Karung	Buret	
6.	Timbangan	Corong	
7.	Plastik	Neraca analitik	
8.	Terpal	Oven	
9.	Para-para	Desikator	
10.	Botol sampel	pH meter	
11.	Stopwatch	Reaktor COD HI 839800	
12.	Kamera	Turbidimeter	
13.	Alat tulis	Gelas ukur	
14.		Cawan porselen 100 ml	
15.		Cawan aluminium	
16.		Pompa vacum	
17.		Spektrofotometer HI 83099	
18.		Kamera	
19.		Alat tulis	

3.2.2 Bahan

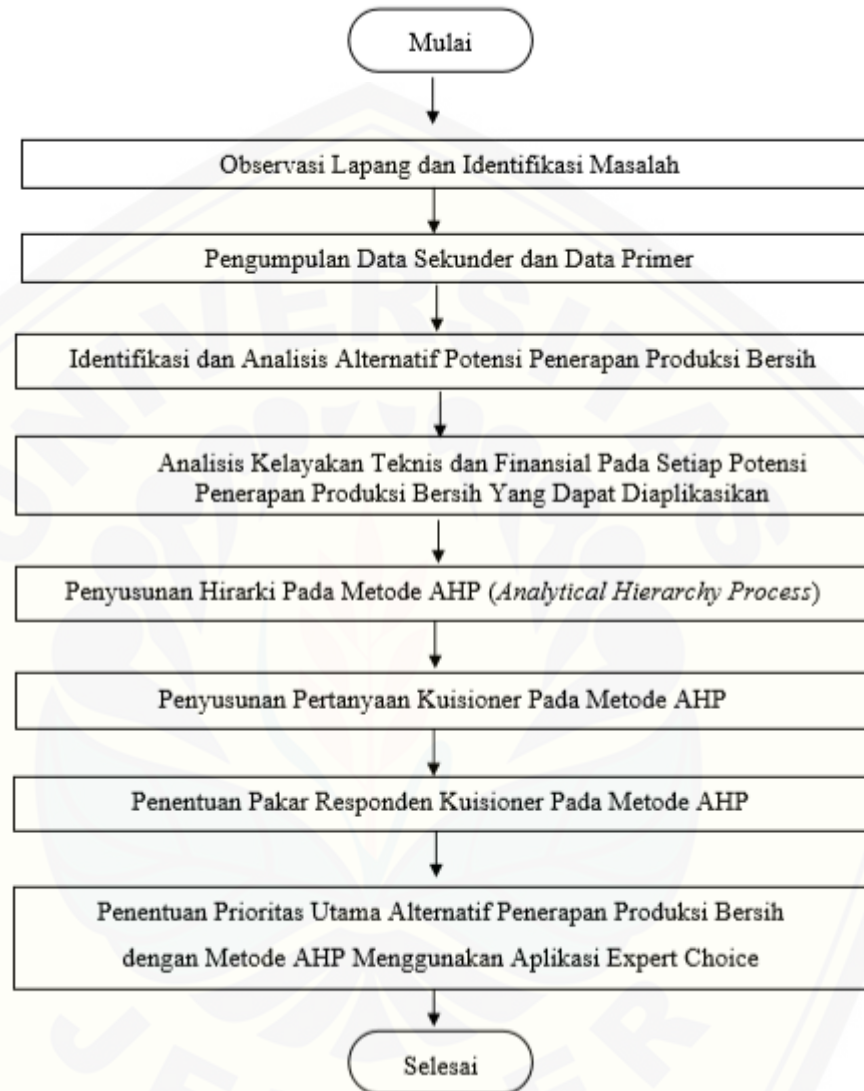
Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan pada penelitian

No	Analisis Proses Produksi	Analisis Karakteristik Limbah Cair Kopi
1.	Air	Limbah cair sortasi perambangan
2.	Kopi cherry merah	Limbah cair pengupasan
3.		Limbah cair pencucian
4.		Aquades
5.		Kertas saring
6.		H ₂ SO ₄
7.		Larutan amilum
8.		reagen COD
9.		Larutan mangan sulfat
10.		Larutan alkali iodida azida
11.		Larutan natrium tiosulfat

3.3 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian disajikan pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Diagram alir prosedur penelitian

3.3.1 Observasi Lapang dan Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan observasi lapang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di pengolahan kopi Agroindustri Maju Mapan Pondok Kopi Desa Kemiri Kecamatan Panti Kabupaten Jember serta hal apa saja yang perlu diperbaiki. Cara mengetahui permasalahan yang ada di lapang dilakukan wawancara dengan pendekatan masyarakat sekitar.

3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder dan Data Primer

Terdapat dua sumber data yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder.

a. Data Sekunder

Sumber data sekunder didapatkan dari kajian studi pustaka. Data sekunder ini sebagai referensi, informasi, dan teori yang mendukung kegiatan penelitian seperti proses pengolahan kopi, baku mutu air limbah kopi, kandungan limbah pengolahan kopi, dan produk produksi bersih pada pengolahan kopi yang ada di tempat lain.

b. Data Primer

Sumber data primer diperoleh dari identifikasi neraca massa proses produksi, identifikasi neraca energi proses produksi, identifikasi karakteristik limbah hasil pengolahan kopi, dan hasil kuesioner AHP.

1) Identifikasi neraca massa produksi

Identifikasi dilakukan dengan cara melihat langsung proses produksi yang dilakukan dan menghitungnya. Data yang dibutuhkan dalam neraca massa produksi yaitu jumlah bahan baku yang digunakan, jumlah limbah yang dihasilkan, dan jumlah produk yang dihasilkan. Identifikasi neraca massa produksi ini dilakukan untuk mengetahui jumlah input yang digunakan, *output* yang dihasilkan, dan bahan yang hilang atau limbah pada setiap tahap proses pengolahan kopi. Data tersebut dimasukkan ke dalam tabel seperti Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 *Input output* pada setiap proses pengolahan kopi

Input		Output	
Jenis	Jumlah	Jenis	Jumlah
....
....
....

2) Identifikasi neraca energi proses produksi

Identifikasi dilakukan dengan cara melihat langsung energi yang digunakan pada proses produksi yang dilakukan. Data yang dibutuhkan

dalam neraca energi produksi yaitu jumlah pekerja yang bekerja, jumlah jam kerja setiap pekerja, jumlah listrik yang digunakan oleh mesin dan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh mesin.

- Energi Biologis

Menurut Irwanto *et al* (1997), energi biologis pada tahap pasca panen dapat didekati dengan persamaan berikut :

$$E_b = HOK' \times JK \times c_b \times R_d \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

- E_b = energi biologis pasca panen (MJ/ton)
- HOK' = ∑ hari orang kerja per ton hasil (hr/ton)
- JK = ∑ jam kerja per hari (jam/hari)
- C_b = nilai unit energi biologis (MJ/jam)
- R_d = rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

- Energi Langsung (Bahan Bakar)

Menurut Irwanto *et al* (1997), nilai energi bahan bakar untuk kegiatan pasca panen dengan tenaga penggerak motor bakar dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{lt} = \frac{(W \times c_l \times K_l \times R_d)}{CH} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- E_{lt} = energi bahan bakar yang terpakai (MJ/ton)
- W = daya motor terpakai (HP)
- C_l = nilai unit energi bahan bakar (MJ/lt)
- K_l = konsumsi bahan bakar (lt/HP jam)
- R_d = rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)

- Energi Listrik

Energi listrik pada tahap pasca panen dapat didekati dengan persamaan berikut ini :

$$E_l = \frac{D \times t}{P_l} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

El = energi listrik yang terpakai (Mj/ton)

D = daya listrik (Watt)

t = waktu pemakaian alat (jam)

Pl = bahan baku (ton)

3) Identifikasi karakteristik limbah hasil pengolahan kopi

Identifikasi karakteristik limbah pengolahan kopi dilakukan dengan cara mengukur kandungan suhu, DO, BOD, COD, TSS, TDS, kekeruhan, dan pH pada limbah cair yang dihasilkan. Hasil pengukuran yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu limbah cair pengolahan kopi menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Metode yang digunakan dalam identifikasi tingkat pencemaran limbah hasil pengolahan kopi sebagai berikut.

- pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer
- pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri
- pengukuran BOD dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri
- pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer
- pengukuran TSS dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri
- pengukuran TDS dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri
- pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri
- pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan turbidimeter
- pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter.

4) Hasil Kuesioner AHP

Hasil kuesioner AHP didapatkan dengan cara wawancara kepada responden yaitu seorang pakar yang telah dipilih dan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

3.3.3 Identifikasi dan Analisis Alternatif Potensi Penerapan Produksi Bersih

Identifikasi dan analisis alternatif potensi penerapan produksi bersih dilakukan dengan melihat permasalahan dan kondisi yang disesuaikan melalui

kebutuhan masing-masing agroindustri. Didasarkan pada lima kriteria yaitu biaya operasi, kemudahan operasi, kebermanfaatan, dampak lingkungan dan nilai tambah. Serta menghitung jumlah biaya dan manfaat jika alternatif tersebut di implementasi kan ke agroindustri tersebut.

Untuk mengetahui alternatif tindakan produksi bersih apa saja yang dapat diterapkan maka dilakukan analisis permasalahan sehingga dapat mengetahui permasalahan apa saja yang terjadi di Agroindustri Maju Mapan.

Tabel 3.4 Identifikasi alternatif potensi penerapan produksi bersih

No	Proses Pengolahan	Permasalahan	Solusi/ Alternatif	Manfaat Teknis	Manfaat Finansial	Keterangan
1	Sortasi perambangan	.....	.....	.....	.....	.....
2	Pengupasan	.....	.....	.....	.....	.....
3	Fermentasi	.....	.....	.....	.....	.....
4	Pencucian	.....	.....	.....	.....	.....
5	Pengeringan	.....	.....	.....	.....	.....

3.3.4 Analisis Kelayakan Teknis dan Finansial pada Setiap Potensi Penerapan Produksi Bersih Yang Dapat Diaplikasikan

Analisis kelayakan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari alternatif penerapan produksi bersih yang akan diberikan. Analisis yang digunakan dilihat dari dua aspek yaitu aspek finansial dan aspek teknis.

a. Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial digunakan untuk mengetahui nilai ekonomi alternatif penerapan produksi bersih yang diberikan. Analisis kelayakan finansial menggunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio), dan *Pay Back Period* (PBP).

- *Net Present Value* (NPV)

NPV merupakan metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi present menjelaskan waktu awal perhitungan

bertepatan dengan evaluasi yang dilakukan atau pada periode tahun ke nol dalam perhitungan *cash flow* ekonomi.

$$NPV = -I + A (PA,i\%,n) + SV (PF,i\%,n) \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan : I = harga beli (ekonomi) ; A = pendapatan per tahun ; N = umur ekonomis proyek ; I = tingkat suku bunga yang berlaku (10%); S = nilai sisa

- *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR merupakan tingkat keuntungan yang akan diperoleh investor dari investasi proyek yang dilaksanakan.

$$IRR = i + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan : I1 = Tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV bernilai positif ; I2 = tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV bernilai negatif ; NPV1 = NPV yang bernilai positif ; NPV2 = NPV yang bernilai negatif.

- *Benefit Cost Ratio* (B/C Rasio)

B/C Ratio merupakan analisis yang digunakan untuk mengevaluasi atau menentukan perbandingan antara nilai keuntungan dari modal yang digunakan pada suatu proyek. Parameter yang digunakan adalah apabila nilai B/C Rasio, maka proyek layak untuk dilaksanakan.

$$B/C \text{ Rasio} = \frac{PW \text{ Benefits}}{PW \text{ Cost}} = \frac{EUAB}{EUAC} > 1 \dots \dots \dots (3.6)$$

- *Pay Back Period* (PBP)

PBP (*Pay Back Period*) merupakan jangka waktu kembalinya investasi yang dikeluarkan melalui keuntungan yang didapatkan dari suatu proyek yang sudah dibuat.

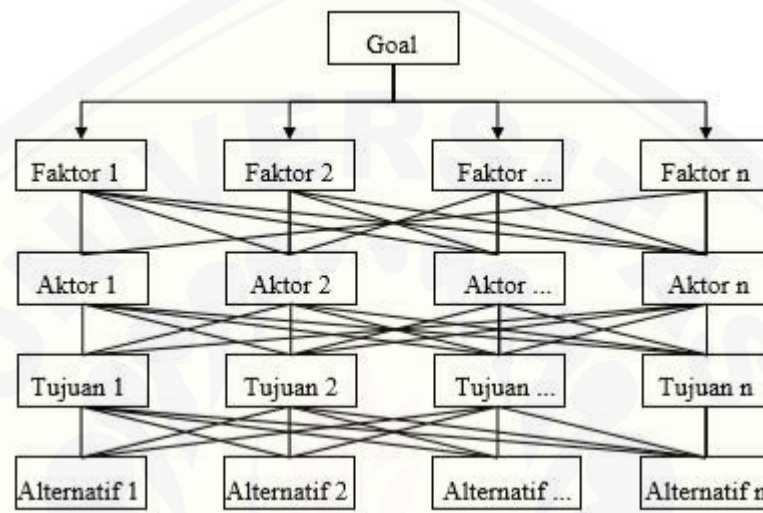
$$\text{Pay Back Period} = \frac{\text{Nilai Investasi awal}}{\text{Keuntungan}} \dots \dots \dots (3.7)$$

b. Analisis Kelayakan Teknis

Analisis kelayakan teknis disertai dengan analisis kelayakan lingkungan. Analisis kelayakan teknis digunakan untuk mengevaluasi tentang penggunaan sumber daya manusia, bahan baku, dan alat yang digunakan dengan melihat

kondisi di lapang. Sedangkan kelayakan lingkungan digunakan untuk melihat seberapa alternatif produksi bersih memberikan efek perbaikan terhadap lingkungan dengan melihat dari segi dampak yang dihasilkan dan penanganan limbah.

3.3.5 Penyusunan Hirarki Pada Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)



Gambar 3.3 Struktur hirarki pada metode AHP

Susunan hirarki tersebut terdiri dari goal, kriteria, dan alternatif. Penyusunan hirarki disesuaikan dengan permasalahan dan kondisi yang ada di lapang atau agroindustri. Penentuan kriteria - kriteria yang meliputi faktor, aktor, dan tujuan harus berhubungan dengan goal yang ingin dicapai.

3.3.6 Penyusunan Pertanyaan Kuesioner Pada Metode AHP

Penyusunan pertanyaan kuesioner pada metode AHP didasarkan pada hirarki yang sudah dibentuk. Di dalam setiap poin pertanyaan akan membentuk sebuah matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Untuk sistem penilaian kuesioner dalam matriks perbandingan berpasangan dengan skala yang ditunjukkan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Skala *comparative judgement*

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen lainnya
5	Elemen yang satu jelas lebih penting dari pada elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat jelas lebih penting dari pada elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dari pada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan j, maka j mempunyai nilai kebalikan dibandingkan dengan i

Sumber : Saaty (1993)

3.3.7 Penentuan Pakar Responden Kuesioner Pada Metode AHP

Penentuan pakar responden kuesioner pada metode AHP ditentukan dengan metode *judgement sampling* yaitu memilih calon responden sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan atau responden yang pernah mengetahui agroindustri dan mengonsumsi produk minimal 1 kali. Untuk pengambilan sampel pakar responden dilakukan pengambilan sampel tidak berpeluang (*non probability sampling*) yaitu prosedur dilakukan dengan sengaja. Untuk teknik penarikan sampel dengan metode *convenience sampling* yaitu responden dipilih berdasarkan kemudahan ditemui, kesediaan responden untuk mengisi kuesioner, dan dengan cara *snowball sampling* yaitu menanyakan kepada pihak yang mengetahui agroindustri tentang adanya pihak lain yang mengetahuinya. Pada dasarnya AHP dapat digunakan untuk mengolah data sari satu responden pakar dan semua aktor di dalam hirarki dapat terwakili semuanya.

3.3.8 Penentuan Prioritas Utama Alternatif Penerapan Produksi Bersih dengan Metode AHP Menggunakan Aplikasi *Expert Choice*

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat relatif dari seluruh alternatif. Baik kriteria kualitatif maupun kriteria kuantitatif, dapat dibandingkan sesuai dengan judgement yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot atau nilai prioritas dihitung melalui bantuan aplikasi *expert choice*.

Prosedur kerja *expert choice* yaitu *software* akan secara otomatis melakukan perbandingan berpasangan dengan membandingkan kriteria untuk kepentingan dalam pengambilan keputusan. *Software* juga secara otomatis mensistensikan data untuk menentukan alternatif terbaik sekaligus juga melakukan uji validasi dan melakukan analisis sensitivitas terhadap semua alternatif yang ada. Hasil yang akan didapatkan yaitu nilai prioritas dari setiap alternatif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil analisis neraca massa dalam satu ton kopi merah dan *input* air 3146,63 liter menghasilkan rendemen biji kopi 40%, limbah padat 38,4%, limbah cair 2946 liter. Untuk hasil perhitungan energi tenaga kerja manusia, energi langsung berupa listrik dan bahan bakar dapat diketahui jumlah keseluruhan energi yang digunakan dalam proses pengolahan kopi arabika yaitu sebesar 24248,249 MJ/ton.
2. Hasil data karakteristik limbah cair pengolahan kopi arabika dapat disimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan dari sortasi perambangan, pengupasan, dan pencucian melebihi ambang batas baku mutu air limbah kopi ditetapkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002.
3. Setelah dilakukan wawancara dengan pihak di sekitar Agroindustri Maju Mapan, limbah padat yang paling diresahkan oleh masyarakat sekitar, karena setiap hari menimbulkan bau busuk dan mengundang banyak serangga. Sehingga didapatkan potensi alternatif produksi bersih yaitu teh cascara, kompos blok, dan pakan ternak.
4. Hasil analisis teknis sumber daya manusia tidak perlu membutuhkan tenaga ahli karena hampir semua proses pembuatan yang cukup sederhana ; alatnya pun banyak yang sudah tersedia di agroindustri ; bahan baku juga tersedia secara terus-menerus karena dapat diperoleh secara lokal. Dilihat dari analisis finansial pembuatan teh cascara menghasilkan nilai NPV Rp1.299.995.179; IRR 48%; B/C Rasio 8,28; dan PBP 3 bulan 4 hari ; kompos blok menghasilkan nilai NPV Rp 312.986.814; IRR 29%; B/C Rasio 2,02; dan PBP 2 tahun 44 hari ; sedangkan pakan ternak menghasilkan nilai NPV Rp 480.232.795; IRR 35%; B/C Rasio 2,68; dan PBP 1 tahun 3 bulan 11 hari.

5. Penilaian pada hirarki alternatif dari ke 10 pakar menunjukkan bahwa pembuatan teh cascara dipilih menjadi prioritas utama dalam pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan maka saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kekurangan pada penelitian ini yaitu hasil penilaian yang kurang maksimal karena kurangnya jumlah responden yang digunakan akibat terbatasnya waktu penelitian sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat memperkirakan waktu penelitian agar didapatkan hasil yang lebih baik.
2. Metode pada potensi pemanfaatan limbah pengolahan kopi di Agroindustri Maju Mapan menggunakan metode AHP dengan menggunakan aplikasi *expert choice*. Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat memperhitungkan juga dengan menggunakan manual metode geometri atau *eigen factor* untuk mendapatkan hasil yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 2002. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Akasaka, H. . T. T. I. T. H. O. S. O. S. H. T. K. & H. S. 2011. Hydrogen storage ability of porous carbon material fabricated from coffee bean wastes. *Journal of Hydrogen Energy*. 36:580–585.
- Al-Hamamre, Z. . S. F. F. H. M. K. & M. K. 2012. Oil extracted from spent coffee grounds as a renewable source for fatty acid methyl ester manufacturing. *Journal of Fuel*. 96:70–76.
- Beltran PP, Flores JGE, Campos ARM, Lopez IE, Amor, AAR, Angel GY, Medina MF, Nova FA, O. O. 2011. 2011. On-Farm Evaluation of the Effect of Coffee Pulp Supplementation on Milk Yield and Dry Matter Intake of Dairy Cows Grazing Tropical Grasses in Central Mexico. 2011. Trop Anim Health Prod
- Braham, J. E. dan R. B. 1979. *Coffee Pulp, Composition, Technology and Utilization*. Ottawa: International Development Research Centre.
- Calvert, K. C. 1998. The Microbiology of Coffee Processing. PNGCRI Coffee Research Newsletter. 1998
- Ciptadi, W. dan M. . Nasution. 1985. *Pengolahan Kopi*. Bogor: Agro Industri Press.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. *K o p I*. Jakarta
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian. 2012. *Kopi Berkelanjutan*. Jakarta: Direktorat Pasca Panen dan Pembinaan Usaha.
- Ditjenbun. 2006. *Pedoman Pemanfaatan Limbah Dari Pembukaan Lahan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Erwiyono R, Nurkholis, B. J. 2001. Laju perombakan kulit buah kopi, jerami dan cacahan kayu dengan perlakuan mikroorganisme dan kualitas kompos yang dihasilkan. *Pelita Perkebunan*. 17(2):64–71.
- Ezquivel. 2012. Functional properties of coffee and coffee by products. *Journal Food*. 46:488–495.
- Hendra.A.P, Elida.N, W. . 2018. VARIASI komposisi input proses anaerobik untuk produksi biogas pada penanganan limbah cair kopi. *Jurnal Agroteknologi*. 12:43–57.

- Hidup, K. L. 2017. Kebijakan Produksi Bersih Di Indonesia. <http://www.menlh.go.id/kebijaksanaan-produksi-bersih-di-indonesia> [Diakses pada April 10, 2019].
- Indrastuti, N. S. dan A. M. Fauzi. 2009. *Produksi Bersih*. Bogor: IPB Press.
- Irwanto, Abdullah, Endah, H. dan Y. 1997. *Analisis Aliran Energi Pada Sistem Produksi Beras Di Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung Dalam Keteknikan Pertanian Tingkat Lanjut*. Bogor: IPB Press.
- Ismayadi. 2000. Perkembangan teknologi pengolahan kopi arabika di indonesia. *Kopi Dan Kakao*. 16:239–251.
- Kebede YK, Kebede T, Assefa F, A. A. 2010. Environmental impact of coffee processing effluent on the ecological integrity of rivers found in gomma woreda of jimma zone, ethiopia. *Ecohydrology and Hydrobiology*. 10(2–4):259–270.
- Keputusan Gubernur Jawa Timur. *Baku Mutu Limbah*. 2002
- Marimin. 2004. *Teknik Dan Aplikasi : Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: PT.Grasindo.
- Muharjo. dan Suryaningrat. 2015. *Pemanfaatan Limbah Pengolahan Kopi Sebagai Pupuk Organik Kompos Blok*. Universitas Jember
- Mulato, S. Widyotomo, S. Suharyanto, E. 2006. *Pengolahan Produk Primer Dan Sekunder Kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2001. *Kopi, Budidaya Dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2004. *Budidaya Tanaman Kopi Dan Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nasibu, I. 2009. Penerapan metode ahp dalam sistem pendukung keputusan penempatan karyawan menggunakan aplikasi expert choice. *Jurnal Pelangi Ilmu*. 2:180–193.
- Pandey. Soccol. Niagam. Brand. Mohan. dan Roussos. 2000. Biotechnological potential of coffee husk for bioprocesses. *Journal Biochemical Engineering*. 6(2):153–162.
- Prata dan Oliveira. 2007. Fresh coffee husks as potential sources of anthocyanins. *Food Science and Technology*. 40:1555–1560.

- Puspaningrum dan D. dan Sumadewi. 2019. PENGARUH METODE PENGERINGAN TERHADAP KANDUNGAN TOTAL FENOL CASCARA KOPI ARABIKA (*Coffea Arabika L.*). *SINIESA*. 2019. Universitas Dhyana Pura: 423–428.
- Rahardjo. 2012. *Kopi: Panduan Budidaya Dan Pengolahan Kopi Arabika Dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rathinavelu R, G. G. 2005. Potential Alternative Uses of Coffee Wastes and By-Products. <http://foodscience.psu.edu> [Diakses pada September 9, 2019].
- Rojas, J. B. U. Amato, Huisman, E. A. 2003. Biological treatments affect the chemical composition of coffee pulp. *Bioresource Technology*. 89:267–274.
- Rufford, T. E. . D. H.-J. Z. Z. dan G. Q. L. 2008. Nanoporous carbon electrode from wastecoffee beans for high performance supercapacitors. *Electrochemistry Communications*. 10:1594–1597.
- Selvamurugan, Doraisamy, M. dan N. 2010. High rate anaerobic treatment of coffee processing wastewater using upflow anaerobic hybrid reactor. *Journal of Environmental, Helath, Science and Engineering*. 7(2):129–136.
- Simanihuruk, K. dan J. Siarit. 2010. Silase Kulit Buah Kopi Sebagai Pakan Dasar Pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh. 2010
- Sumarno. 2009. *Pengolahan Kopi Hulu*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Theodore L, M. Y. 1992. *Pollution Prevention*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Wahyudi dan Yusianto. 1993. Karakteristik limbah cair pabrik pengolahan kopi. *Pelita Perkebunan*. 9:113–123.
- Widyotomo. 2013. POTENSI dan teknologi diversifikasi limbah kopi menjadi produk bermutu dan bernilai tambah. *Kopi Dan Kakao*. 1(1):63–80.
- Wilson, L. . G. R. J. C. F. M. W. Y. & W. B. 2010. Coffee husks gasification using high temperature air/ steam agent. *Fuel Processing Technology*. 11:26–32.
- Zainuddin, D. dan T. Murtisari. 1995. Penggunaan Limbah Kopi Agroindustri Buah Kopi (Kulit Buah Kopi) Dalam Ransum Ayam Pedaging (Broiler). 1995. Sub Balai Penelitian Klep, Puslitbang Peternakan

Zuorro dan Lavecchia. 2011. Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. *Journal of Cleaner Production*. 34:49–56.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi



Pengukuran DO



Pengukuran DO



Pengukuran TDS



Pengukuran TSS



Pembacaan COD Reaktor



Pembacaan pH



Penimbangan cawan



Pembacaan turbidimeter



Pengukuran DO



Sortasi biji



Penimbangan kopi



Pengupasan kulit



Fermentasi



Sortasi rambang

Lampiran 2. Perhitungan Neraca Energi

No	Proses	Energi Biologis (Ebs)									EI (MJ/ton)	Elt (MJ/ton)	Total Energi (MJ/ton)	
		Σ pekerja	M in (ton)	M out (ton)	JK jam/ hari	JK (hari)	JK	CB	RD	HOK '				Ebs (MJ/ton)
1	Sortasi rambang	1	1.0000	0.9640	2.00	0.083	2.00	0.7	96.400	0.086	11.667	0.000	0.000	11.667
2	<i>Pulping</i>	2	0.9640	0.5800	1.50	0.063	1.50	1.4	60.166	0.108	13.615	142.857	9432.038	9588.510
3	Fermentasi	1	0.5800	0.5330	1.00	0.042	1.00	0.7	91.897	0.078	5.029	0.000	0.000	5.029
4	<i>Washing</i>	2	0.5330	0.5330	1.00	0.042	1.00	1.4	100.00	0.078	10.944	125.000	14215.914	14351.858
5	Pengeringan	1	0.5330	0.4340	3.00	0.125	3.00	0.7	81.426	0.288	49.250	0.000	0.000	49.250
6	Sortasi biji	4	0.4340	0.4000	3.00	0.125	3.00	2.8	92.166	0.313	241.935	0.000	0.000	241.935
Total											332.440	267.857	23647.952	24248.249

Energi Listrik

No	Proses	Daya (watt)		Waktu mesin (jam)		Waktu total (jam)	EI(MJ/ton)
1	<i>Pulping</i>	125	watt	1 jam	per 875 kg	1.102	142.857
2	<i>Washing</i>	125	watt	1 jam	per 1000 kg	0.533	125.000
Total							267.857

Energi Bahan Bakar

No	Proses	W (HP)	CI (MJ/lt)	KI (lt/HP.jam)	Rd	CH (ton/jam)	Elt (MJ/ton)
1	<i>Pulping</i>	5.5	42.2	0.591	60.166	0.8750	9432.038
2	<i>Washing</i>	5.7	42.2	0.591	100.000	1.0000	14215.914
Total							23647.952

Lampiran 3. Perhitungan Finansial

a) Teh Cascara

Limbah yang dihasilkan = 0,384 ton (per-hari) ; 80,64 ton (per-tahun) = 80.640 kg

Produksi Bulan Mei-November

1 bungkus = $\frac{1}{2}$ kg

Harga 1 bungkus = Rp 2.500,00

Gaji pekerja = 1.500.000/ bulan

Kebutuhan listrik :

a. *Cabinet dryer* = 3000 watt/hari

b. Blender kering = 500 watt/hari

c. Timbangan digital = 16 watt/ hari

Total 3516 watt/ hari = 738360 watt/tahun = 738,36 Kwh

No.	Komponen	Jumlah	Umur Ekonomis (tahun)	Satuan	Harga Satuan	2018	2019
Biaya Tetap (FC)							
1.	<i>Cabinet dryer</i>	1	10	unit	9,500,000	9,500,000	0
2.	Blender kering	1	5	unit	4,000,000	4,000,000	0
3.	Timbangan digital	1	10	unit	3,500,000	3,500,000	0
Jumlah						17,000,000	0

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	0	0	0	0	0	9,500,000
0	0	0	4,000,000	0	0	0	0	4,000,000
0	0	0	0	0	0	0	0	3,500,000
0	0	0	4,000,000	0	0	0	0	17,000,000

No.	Komponen	Jumlah	Umur Ekonomis (tahun)	Satuan	Harga Satuan	2018	2019
Biaya Variabel (VC)							
1.	Kulit kopi	80.64		ton	0	0	0
2.	Kantong plastik	161,280		buah	500	80,640,000	80,640,000
3.	Label	161,280		buah	300	48,384,000	48,384,000
4.	Biaya Listrik	738.36		kwH	1,467.28	1,083,381	1,083,381
5.	Tenaga Kerja produksi	2		HOK	10,500,000	21,000,000	21,000,000
6.	Tenaga Kerja administrasi	1		HOK	10,500,000	10,500,000	10,500,000
Jumlah						161,607,381	161,607,381
Total Biaya (TC)						178,607,381	161,607,381
Hasil Produksi (Q) Teh						0	161,280
Harga Produk (P) Teh						2,500	2,500
Total Penerimaan (TR)						0	403,200,000
Laba (TR-TC)						-178,607,381	241,592,619

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	0					
80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000
48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000
1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381	1,083,381
21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000
10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000
161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381
161,607,381	161,607,381	161,607,381	165,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	161,607,381	178,607,381
161,280	161,280	161,280	161,280	161,280	161,280	161,280	161,280	161,280
2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000
241,592,619	241,592,619	241,592,619	237,592,619	241,592,619	241,592,619	241,592,619	241,592,619	224,592,619

Analisis Kriteria Investasi

Tahun		Benefit B	Cost C	Net-Benefit (B - C)	DF (10%) $1/((1+i\%)^n)$	NPV 3 x 4 (NB x DF)	PV B (B x DF)
0	2018	0	178,607,381	-178,607,381	1.000	-178,607,381	0
1	2019	403200000	161,607,381	241,592,619	0.910	219,729,531	366,712,142
2	2020	403200000	161,607,381	241,592,619	0.827	199,844,958	333,526,277
3	2021	403200000	161,607,381	241,592,619	0.752	181,759,852	303,343,590
4	2022	403200000	161,607,381	241,592,619	0.684	165,311,371	275,892,306
5	2023	403200000	165,607,381	237,592,619	0.622	147,862,068	250,925,244
6	2024	403200000	161,607,381	241,592,619	0.566	136,745,253	228,217,593
7	2025	403200000	161,607,381	241,592,619	0.515	124,370,399	207,564,887
8	2026	403200000	161,607,381	241,592,619	0.468	113,115,415	188,781,162
9	2027	403200000	161,607,381	241,592,619	0.426	102,878,958	171,697,282
10	2028	403200000	178,607,381	224,592,619	0.387	86,984,755	156,159,420
Jumlah		4,032,000,000	1,815,681,189	2,216,318,811	7	1,299,995,179	2,482,819,902

PV C (C x DF)	DF 20% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (+)	DF 25% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (-)	Net Benefit Awal	Net Benefit Kumulatif
178,607,381	1	-178,607,381	1	-178,607,381	-178,607,381	-178,607,381
146,982,611	0.8333333333	201,327,183	0.8	193,274,095	241,592,619	62,985,238
133,681,320	0.6944444444	167,772,652	0.64	154,619,276	241,592,619	304,577,857
121,583,738	0.578703704	139,810,543	0.512	123,695,421	241,592,619	546,170,477
110,580,935	0.482253086	116,508,786	0.4096	98,956,337	241,592,619	787,763,096
103,063,176	0.401877572	95,483,145	0.32768	77,854,349	237,592,619	1,025,355,715
91,472,340	0.334897977	80,908,879	0.262144	63,332,056	241,592,619	1,266,948,334
83,194,488	0.279081647	67,424,066	0.2097152	50,665,644	241,592,619	1,508,540,953
75,665,747	0.232568039	56,186,722	0.16777216	40,532,516	241,592,619	1,750,133,572
68,818,324	0.193806699	46,822,268	0.134217728	32,426,012	241,592,619	1,991,726,191
69,174,665	0.161505583	36,272,962	0.107374182	24,115,449	224,592,619	2,216,318,811
1,182,824,724	5	829,909,826	5	680,863,775	2,216,318,811	11,281,912,863

NPV	1,299,995,179
Net B/C	8.28
Gross B/C	2.099059863
IRR	48%
PR	5.120212699
PBP	3.12850145

b) Kompos Blok

Limbah yang dihasilkan = 0,384 ton (per-hari) ; 80,64 ton (per-tahun) = 80.640 kg

Produksi Bulan Mei-November

1 bungkus = 1 kg

Harga 1 bungkus = Rp 5.000,00

Gaji pekerja = 1.500.000/ bulan

Tambahan Bahan :

a. Molases = 0,02 dari jumlah kulit kopi

b. EM4 = 0,05 dari jumlah kulit kopi

c. Kanji = 0,01 dari jumlah kulit kopi

d. Pupuk kandang = 0,3 dari jumlah kulit kopi

No.	Komponen	Jumlah	Umur Ekonomis (tahun)	Satuan	Harga Satuan	2018	2019
Biaya Tetap (FC)							
1	Kompas	2	5	unit	280,000	560,000	0
2	Panci	1	5	unit	150,000	150,000	0
3	Pengepres kompos blok	1	10	unit	500,000	500,000	0
4	Timba Besar	5	5	unit	100,000	500,000	0
5	Timbangan	1	10	unit	3,500,000	3,500,000	0
Jumlah						5,210,000	0

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	560,000	0	0	0	0	560,000
0	0	0	150,000	0	0	0	0	150,000
0	0	0	0	0	0	0	0	500,000
0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000
0	0	0	0	0	0	0	0	3,500,000
0	0	0	1,210,000	0	0	0	0	5,210,000

No	Komponen	Jumlah	Umur Ekonomis (tahun)	Satuan	Harga Satuan	2018	2019
			Biaya Variabel (VC)				
1	Kulit kopi	80.64		ton	0	0	0
2	Molases	1,613		liter	20,000	32,256,000	32,256,000
3	EM4	4,032		liter	25,000	100,800,000	100,800,000
4	Kanji	806		kg	10,000	8,064,000	8,064,000
5	Pupuk Kandang	24,192		kg	2,000	48,384,000	48,384,000
6	Kantong plastik	80,640		buah	500	40,320,000	40,320,000
7	Label	80,640		buah	500	40,320,000	40,320,000
8	Gas LPG	24		buah	16,000.00	384,000	384,000
9	Tenaga Kerja produksi	2		HOK	10,500,000	21,000,000	21,000,000
10	Tenaga Kerja administrasi	1		HOK	10,500,000	10,500,000	10,500,000
Jumlah						302,028,000	302,028,000
Total Biaya (TC)						307,238,000	302,028,000
Hasil Produksi (Q) Pakan ternak						0	80,640
Harga Produk (P) Pakan ternak						5,000	5,000
Total Penerimaan (TR)						0	403,200,000
Laba (TR-TC)						-307,238,000	101,172,000

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	0					
32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000	32,256,000
100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000
8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000	8,064,000
48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000	48,384,000
40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000
40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000
384,000	384,000	384,000	384,000	384,000	384,000	384,000	384,000	384,000
21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000
10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000
302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000
302,028,000	302,028,000	302,028,000	303,238,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	302,028,000	307,238,000
80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640
5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000
101,172,000	101,172,000	101,172,000	99,962,000	101,172,000	101,172,000	101,172,000	101,172,000	95,962,000

Analisis Kriteria Investasi

Tahun		Benefit B	Cost C	Net-Benefit (B - C)	DF (10%) $1/((1+i\%)^n)$	NPV 3 x 4 (NB x DF)	PV B (B x DF)
0	2018	0	307,238,000	-307,238,000	1.000	-307,238,000	0
1	2019	403200000	302,028,000	101,172,000	0.910	92,016,371	366,712,142
2	2020	403200000	302,028,000	101,172,000	0.827	83,689,287	333,526,277
3	2021	403200000	302,028,000	101,172,000	0.752	76,115,768	303,343,590
4	2022	403200000	302,028,000	101,172,000	0.684	69,227,620	275,892,306
5	2023	403200000	303,238,000	99,962,000	0.622	62,209,795	250,925,244
6	2024	403200000	302,028,000	101,172,000	0.566	57,264,956	228,217,593
7	2025	403200000	302,028,000	101,172,000	0.515	52,082,725	207,564,887
8	2026	403200000	302,028,000	101,172,000	0.468	47,369,463	188,781,162
9	2027	403200000	302,028,000	101,172,000	0.426	43,082,732	171,697,282
10	2028	403200000	307,238,000	95,962,000	0.387	37,166,097	156,159,420
Jumlah		4,032,000,000	3,333,938,000	698,062,000	7	312,986,814	2,482,819,902

PV C (C x DF)	DF 20% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (+)	DF 25% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (-)	Net Benefit Awal	Net Benefit Kumulatif
307,238,000	1	-307,238,000	1	-307,238,000	-307,238,000	-307,238,000
274,695,771	0.833333333	84,310,000	0.8	80,937,600	101,172,000	-206,066,000
249,836,990	0.694444444	70,258,333	0.64	64,750,080	101,172,000	-104,894,000
227,227,822	0.578703704	58,548,611	0.512	51,800,064	101,172,000	-3,722,000
206,664,686	0.482253086	48,790,509	0.4096	41,440,051	101,172,000	97,450,000
188,715,449	0.401877572	40,172,486	0.32768	32,755,548	99,962,000	197,412,000
170,952,637	0.334897977	33,882,298	0.262144	26,521,633	101,172,000	298,584,000
155,482,162	0.279081647	28,235,248	0.2097152	21,217,306	101,172,000	399,756,000
141,411,698	0.232568039	23,529,374	0.16777216	16,973,845	101,172,000	500,928,000
128,614,550	0.193806699	19,607,811	0.134217728	13,579,076	101,172,000	602,100,000
118,993,323	0.161505583	15,498,399	0.107374182	10,303,841	95,962,000	698,062,000
2,169,833,088	5	115,595,070	5	53,041,045	698,062,000	2,172,372,000

NPV	312,986,814
Net B/C	2.02
Gross B/C	1.14424465
IRR	29%
PR	1.247433068
PBP	24.4414660

c) Pakan Ternak

Limbah yang dihasilkan = 0,384 ton (per-hari) ; 80,64 ton (per-tahun) = 80.640 kg

Produksi Bulan Mei-November

1 bungkus = 1 kg

Harga 1 bungkus = Rp 5.000,00

Gaji pekerja = 1.500.000/ bulan

Tambahan Bahan :

a. Molases = 0,05 dari jumlah kulit kopi

b. EM4 = 0,05 dari jumlah kulit kopi

Kebutuhan Listrik :

a. Blender = 500 watt

b. Timbangan digital = 16 watt

Total 516 watt/ hari = 108360 watt/tahun = 108,36 kWh

No.	Komponen	Jumlah	Umur Ekonomis (tahun)	Satuan	Harga Satuan	2018	2019
Biaya Tetap (FC)							
1	Blender Kering	1	5	unit	4,000,000	4,000,000	0
2	Sekop	2	5	unit	100,000	200,000	0
3	Pengaduk Kayu	2	5	unit	50,000	100,000	0
4	Timba Besar	10	5	unit	100,000	1,000,000	0
5	Timbangan digital	1	10	unit	3,500,000	3,500,000	0
Jumlah						8,800,000	0

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	4,000,000	0	0	0	0	4,000,000
0	0	0	200,000	0	0	0	0	200,000
0	0	0	100,000	0	0	0	0	100,000
0	0	0	1,000,000	0	0	0	0	1,000,000
0	0	0	0	0	0	0	0	3,500,000
0	0	0	5,300,000	0	0	0	0	8,800,000

No.	Komponen	Jumlah	Umur		Satuan	Harga Satuan	2018	2019
			Ekonomis (tahun)					
Biaya Variabel (VC)								
1	Kulit kopi	80.64			ton	0	0	0
2	Molases	4,032			kg	20,000	80,640,000	80,640,000
3	EM4	4,032			kg	25,000	100,800,000	100,800,000
4	Kantong plastik	80,640			buah	500	40,320,000	40,320,000
5	Label	80,640			buah	300	24,192,000	24,192,000
6	Biaya Listrik	108.36			kwh	1,467.28	158,994	158,994
7	Tenaga Kerja produksi	2			HOK	10,500,000	21,000,000	21,000,000
8	Tenaga Kerja administrasi	1			HOK	10,500,000	10,500,000	10,500,000
Jumlah							277,610,994	277,610,994
Total Biaya (TC)							286,410,994	277,610,994
Hasil Produksi (Q) Pakan ternak							0	80,640
Harga Produk (P) Pakan ternak							5,000	5,000
Total Penerimaan (TR)							0	403,200,000
Laba (TR-TC)							-286,410,994	125,589,006

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	0	0	0					
80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000	80,640,000
100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000	100,800,000
40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000	40,320,000
24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000	24,192,000
158,994	158,994	158,994	158,994	158,994	158,994	158,994	158,994	158,994
21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000	21,000,000
10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000	10,500,000
277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994
277,610,994	277,610,994	277,610,994	282,910,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	277,610,994	286,410,994
80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640	80,640
5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000	403,200,000
125,589,006	125,589,006	125,589,006	120,289,006	125,589,006	125,589,006	125,589,006	125,589,006	116,789,006

Analisis Kriteria Investasi							
Tahun		Benefit	Cost	Net-Benefit	DF (10%)	NPV 3 x 4	PV B
		B	C	(B - C)	$1/((1+i\%)^n)$	(NB x DF)	(B x DF)
0	2018	0	286,410,994	-286,410,994	1.000	-286,410,994	0
1	2019	403200000	277,610,994	125,589,006	0.910	114,223,743	366,712,142
2	2020	403200000	277,610,994	125,589,006	0.827	103,886,988	333,526,277
3	2021	403200000	277,610,994	125,589,006	0.752	94,485,664	303,343,590
4	2022	403200000	277,610,994	125,589,006	0.684	85,935,120	275,892,306
5	2023	403200000	282,910,994	120,289,006	0.622	74,859,990	250,925,244
6	2024	403200000	277,610,994	125,589,006	0.566	71,085,369	228,217,593
7	2025	403200000	277,610,994	125,589,006	0.515	64,652,450	207,564,887
8	2026	403200000	277,610,994	125,589,006	0.468	58,801,682	188,781,162
9	2027	403200000	277,610,994	125,589,006	0.426	53,480,384	171,697,282
10	2028	403200000	286,410,994	116,789,006	0.387	45,232,399	156,159,420
Jumlah		4,032,000,000	3,076,620,939	955,379,061	7	480,232,795	2,482,819,902

PV C (C x DF)	DF 20% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (+)	DF 25% $1/((1+i\%)^n)$	NPV (-)	Net Benefit Awal	Net Benefit Kumulatif
286,410,994	1	-286,410,994	1	-286,410,994	-286,410,994	-286,410,994
252,488,399	0.833333333	104,657,505	0.8	100,471,204	125,589,006	-160,821,989
229,639,289	0.694444444	87,214,587	0.64	80,376,964	125,589,006	-35,232,983
208,857,926	0.578703704	72,678,823	0.512	64,301,571	125,589,006	90,356,022
189,957,186	0.482253086	60,565,686	0.4096	51,441,257	125,589,006	215,945,028
176,065,254	0.401877572	48,341,453	0.32768	39,416,301	120,289,006	336,234,033
157,132,225	0.334897977	42,059,504	0.262144	32,922,404	125,589,006	461,823,039
142,912,437	0.279081647	35,049,587	0.2097152	26,337,923	125,589,006	587,412,044
129,979,479	0.232568039	29,207,989	0.16777216	21,070,339	125,589,006	713,001,050
118,216,898	0.193806699	24,339,991	0.134217728	16,856,271	125,589,006	838,590,055
110,927,021	0.161505583	18,862,076	0.107374182	12,540,124	116,789,006	955,379,061
2,002,587,108	5	236,566,205	5	159,323,364	955,379,061	3,716,274,366

NPV	480,232,795
Net B/C	2.68
Gross B/C	1.239806195
IRR	35%
PR	1.652839850
PBP	15.3665032

Lampiran 4. Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

**PRIORITAS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA PROSES
PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI AGROINDUSTRI MAJU MAPAN
DESA KEMIRI KECAMATAN PANTI KABUPATEN JEMBER DENGAN
METODE AHP (*Analitycal Hierarchy Process*)**

Dengan hormat, kepada Bapak/Ibu mohon bantuannya untuk dapat mengisi kuesioner ini berdasarkan pengalaman dan pemahaman Bapak/Ibu. Adapun kuesioner ini adalah bagian dari penelitian untuk menyusun karya ilmiah tertulis (skripsi) sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membantu petani kopi Indonesia khususnya di Kabupaten Jember dalam mengembangkan pertanian kopi. Atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner ini disampaikan terima kasih. Semoga Yang Maha Memiliki Rezeki membalas waktu dan kesediaan Bapak/Ibu.

Peneliti :

SITI NUR AZIZAH

161710201039



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

KUESIONER PENELITIAN

PRIORITAS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA PROSES
PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI AGROINDUSTRI MAJU MAPAN DESA
KEMIRI KECAMATAN PANTI KABUPATEN JEMBER DENGAN METODE
AHP (Analytical Hierarchy Process)

Tanggal Pengisian :

Peneliti : Siti Nur Azizah
NIM : 161710201039
Program Studi : Teknik Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Perguruan Tinggi : Universitas Jember
Alamat : Jl. Kalimantan 37 Jember
Kontak : +6282133530537
Pembimbing : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :

Alamat :

Jenis Kelamin : Laki-laki
 Perempuan

Pendidikan Terakhir : SMP Sarjana
 SMA Pascasarjana
 Diploma/ Akademik Doktor

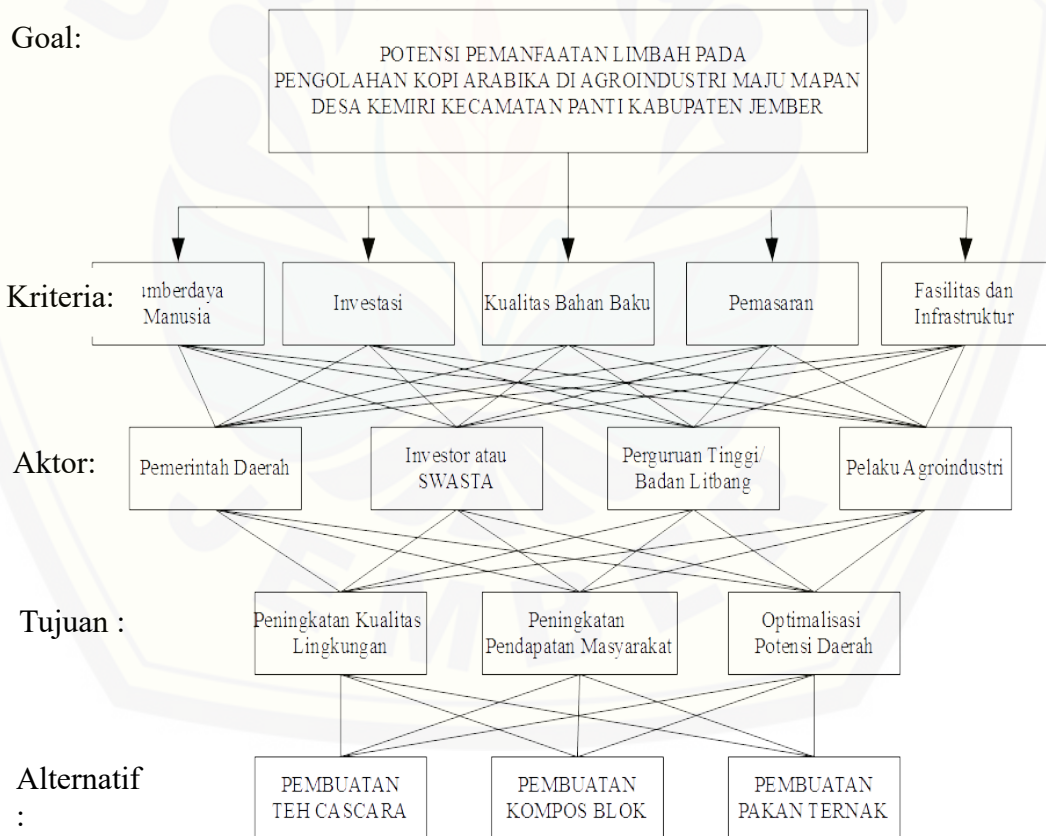
Pekerjaan :

Tanda Tangan



PENGANTAR

Pengisian kuesioner ini bertujuan untuk menentukan strategi penerapan proses pengolahan kopi yang ramah lingkungan berbasis konsep produksi bersih pada agroindustri Kopi Arabika Java Argopuro. Hasil pengisian kuesioner ini akan digunakan untuk keperluan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul POTENSI PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA PROSES PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI AGROINDUSTRI MAJU MAPAN DESA KEMIRI KECAMATAN PANTI KABUPATEN JEMBER DENGAN METODE AHP. Adapun strategi pengembangan daerah bagi agroindustri kopi arabika Java Argopuro digambarkan pada hierarki berikut ini :



PETUNJUK PENGISIAN

I. PETUNJUK

1. Isi kolom identitas yang terdapat pada halaman depan kuesioner;
2. Berikan penilaian terhadap hierarki penentuan pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika yang paling prospektif;
3. Penilaian dilakukan dengan membandingkan tingkat kepentingan/peran komponen dalam satu level hierarki yang berkaitan dengan komponen-komponen level sebelumnya menggunakan skala penilaian yang terdapat pada petunjuk bagian II; dan
4. Penilaian dilakukan dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang tersedia.

II. SKALA PENILAIAN

Definisi dari skala yang digunakan adalah sebagai berikut :

Nilai komparasi (A dibandingkan B)	Definisi	Bobot penilaian di balik (B dibandingkan A)
1	A dan B sama penting	1
3	A sedikit lebih penting dari B	1/3
5	A lebih penting dari B	1/5
7	A sangat jelas lebih penting dari B	1/7
9	A mutlak lebih penting dari B	1/9
2,4,6,8	Nilai-nilai di antara kedua pertimbangan	1/2, 1/4, 1/6, 1/8

III. CONTOH PENGISIAN

Terdapat 4 kriteria yang akan diukur dan ditentukan bobot prioritasnya untuk penentuan tingkat kepentingan masing-masing kriteria pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika bagi agroindustri Maju Mapan, yaitu: A, B, C, dan D

Faktor	A	B	C	D
A	1	3 ^{a)}	1 ^{c)}	7
B		1	5 ^{b)}	9
C			1	5
D				1

Keterangan:

Nilai pada ^{a)} : faktor A sedikit lebih penting dibanding faktor b

Nilai pada ^{b)} : faktor B lebih penting dibanding faktor C

Nilai pada ^{c)} : faktor A sama pentingnya dibanding faktor C

PENGISIAN MATRIKS PERBANDINGAN

1. Terdapat 5 kriteria yang akan diukur dan ditentukan bobot prioritasnya untuk penentuan tingkat kepentingan masing-masing kriteria pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika di Agroindustri Maju Mapan, yaitu: **Sumberdaya Manusia (SDM), Investasi (I), Kualitas Bahan Baku (KBB), Pemasaran (P), dan Fasilitas dan Infrastruktur (FI).**

Kriteria	SDM	I	KBB	P	FI
SDM	1				
I		1			
KBB			1		
P				1	
FI					1

2. Berdasarkan kriteria **Sumber Daya Manusia (SDM)**, terdapat 4 aktor/pelaku yang akan dipilih untuk menentukan **pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi arabika** di Agroindustri Maju Mapan, yaitu Pemerintah Daerah, Investor/Swasta, Perguruan Tinggi/Badan litbang dan Pelaku Agroindustri. *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap kriteria Sumberdaya Manusia (SDM)*

Alternatif	Pemerintah Daerah	Investor/ Swasta	Perguruan Tinggi	Agroindustri
Pemerintah Daerah	1			
Investor/ Swasta		1		
Perguruan Tinggi			1	
Agroindustri				1

3. Berdasarkan kriteria **Investasi (I)**, terdapat 4 aktor/pelaku yang akan dipilih untuk menentukan **pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi** arabika di Agroindustri Maju Mapan, yaitu Pemerintah Daerah, Investor/Swasta, Perguruan Tinggi/Badan litbang dan Pelaku Agroindustri. *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap kriteria **Investasi (I)***

Alternatif	Pemerintah Daerah	Investor/ Swasta	Perguruan Tinggi	Agroindustri
Pemerintah Daerah	1			
Investor/ Swasta		1		
Perguruan Tinggi			1	
Agroindustri				1

4. Berdasarkan kriteria **Kualitas Bahan Baku (KBB)**, terdapat 4 aktor/pelaku yang akan dipilih untuk menentukan **pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi** arabika di Agroindustri Maju Mapan, yaitu Pemerintah Daerah, Investor/Swasta, Perguruan Tinggi/Badan litbang dan Pelaku Agroindustri. *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap kriteria **Kualitas Bahan Baku (KBB)***

Alternatif	Pemerintah Daerah	Investor/Swasta	Perguruan Tinggi	Agroindustri
Pemerintah Daerah	1			
Investor/Swasta		1		
Perguruan Tinggi			1	
Agroindustri				1

5. Berdasarkan kriteria **Pemasaran (P)**, terdapat 4 aktor/pelaku yang akan dipilih untuk menentukan **pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi** arabika di Agroindustri Maju Mapan, yaitu Pemerintah Daerah, Investor/Swasta, Perguruan Tinggi/Badan litbang dan Pelaku Agroindustri. *Bandungkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap kriteria **Pemasaran (P)***

Alternatif	Pemerintah Daerah	Investor/Swasta	Perguruan Tinggi	Agroindustri
Pemerintah Daerah	1			
Investor/Swasta		1		
Perguruan Tinggi			1	
Agroindustri				1

6. Berdasarkan kriteria **Fasilitas dan Infrastruktur (FI)**, terdapat 4 aktor/pelaku yang akan dipilih untuk menentukan **pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi** arabika di Agroindustri Maju Mapan, yaitu Pemerintah Daerah, Investor/Swasta, Perguruan Tinggi/Badan litbang dan Pelaku Agroindustri. *Bandungkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap kriteria **Fasilitas dan Infrastruktur (FI)***

Alternatif	Pemerintah Daerah	Investor/ Swasta	Perguruan Tinggi	Agroindustri
Pemerintah Daerah	1			
Investor/ Swasta		1		
Perguruan Tinggi			1	
Agroindustri				1

7. Berdasarkan pelaku **Pemerintah Daerah**, terdapat **3 alternatif tujuan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Peningkatan kualitas lingkungan (Lingkungan),
- b. Peningkatan pendapatan masyarakat (Pendapatan),
- c. Optimalisasi potensi daerah (Potensi). *Bandungkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap Pemerintah daerah*

Alternatif	Lingkungan	Pendapatan	Potensi
Lingkungan	1		
Pendapatan		1	
Potensi			1

8. Berdasarkan pelaku **Investor/SWASTA**, terdapat **3 alternatif tujuan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Peningkatan kualitas lingkungan (Lingkungan),
- b. Peningkatan pendapatan masyarakat (Pendapatan),
- c. Optimalisasi potensi daerah (Potensi). *Bandungkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap Investor/SWASTA*

Alternatif	Lingkungan	Pendapatan	Potensi
Lingkungan	1		
Pendapatan		1	
Potensi			1

9. Berdasarkan pelaku **Perguruan Tinggi/Badan Litbang**, terdapat **3 alternatif tujuan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Peningkatan kualitas lingkungan (Lingkungan),
- b. Peningkatan pendapatan masyarakat (Pendapatan),
- c. Optimalisasi potensi daerah (Potensi). *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap Perguruan Tinggi/Badan Litbang*

Alternatif	Lingkungan	Pendapatan	Potensi
Lingkungan	1		
Pendapatan		1	
Potensi			1

10. Berdasarkan pelaku **Pelaku Agroindustri**, terdapat **3 alternatif tujuan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Peningkatan kualitas lingkungan (Lingkungan),
- b. Peningkatan pendapatan masyarakat (Pendapatan),
- c. Optimalisasi potensi daerah (Potensi). *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap Pelaku Agroindustri*

Alternatif	Lingkungan	Pendapatan	Potensi
Lingkungan	1		
Pendapatan		1	
Potensi			1

11. Berdasarkan tujuan **Peningkatan kualitas lingkungan**, terdapat **3 alternatif pilihan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi Arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Pembuatan Teh Cascara (TEH),
- b. Pembuatan Kompos Blok (KOMPOS),

- c. Pembuatan Pakan Ternak (PAKAN). *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap **Peningkatan kualitas lingkungan***

Alternatif	TEH	KOMPOS	PAKAN
TEH	1		
KOMPOS		1	
PAKAN			1

12. Berdasarkan tujuan **Peningkatan pendapatan masyarakat** , terdapat **3 alternatif pilihan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi Arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Pembuatan Teh Cascara (TEH),
- b. Pembuatan Kompos Blok (KOMPOS),
- c. Pembuatan Pakan Ternak (PAKAN). *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap **Peningkatan pendapatan masyarakat***

Alternatif	TEH	KOMPOS	PAKAN
TEH	1		
KOMPOS		1	
PAKAN			1

13. Berdasarkan tujuan **Optimalisasi potensi daerah** , terdapat **3 alternatif pilihan** yang akan dipilih untuk menentukan pemanfaatan limbah bagi agroindustri kopi Arabika Maju Mapan, yaitu:

- a. Pembuatan Teh Cascara (TEH),
- b. Pembuatan Kompos Blok (KOMPOS),
- c. Pembuatan Pakan Ternak (PAKAN). *Bandingkan tingkat kepentingan pengaruh atau relatif alternatif pemanfaatan limbah satu dengan lainnya terhadap **Optimalisasi potensi daerah***

Alternatif	TEH	KOMPOS	PAKAN
TEH	1		
KOMPOS		1	
PAKAN			1