

Koridor*	:	J A W A
Fokus Kegiatan**	:	Industri Makanan Minuman

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL
MASTERPLAN PERCEPATAN DAN PERLUASAN
PEMBANGUNAN EKONOMI INDONESIA 2011-2025
(PENPRINAS MP3EI 2011-2025)



JUDUL PENELITIAN

MODEL PENINGKATAN PRODUKTIVITAS BERBASIS LINGKUNGAN
PADA INDUSTRI KECIL OLAHAN KOPI
UNTUK PENGUATAN INDUSTRI MINUMAN KORIDOR JAWA

Tahun ke-1 dari rencana 3 Tahun

TIM PENELITIAN

Dr. Dewie Tri Wijayati W, M.Si	NIDN. 0029016005	Ketua Peneliti
Dr. Erina Rahmadyanti, S.T., M.T	NIDN. 0013087905	Peneliti Anggota
Diah Wulandari, S.T., M.T	NIDN.0005037804	Peneliti Anggota

UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
NOPEMBER, 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : MODEL PENINGKATAN PRODUKTIVITAS
BERBASIS LINGKUNGAN PADA INDUSTRI KECIL
OLAHAN KOPI UNTUK PENGUATAN INDUSTRI
MINUMAN KORIDOR JAWA

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dra DEWIE TRI WIJAYATI WARDOYO,
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya
NIDN : 0029016005
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Manajemen
Nomor HP : 081216641999
Alamat surel (e-mail) : dewitride@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr ERINA RAHMADYANTI S.T, M.T
NIDN : 0013087905
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Anggota (2)
Nama Lengkap : DIAH WULANDARI S.T
NIDN : 0005037804
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan
Alamat : Desa Watuagung Taman Safari II Watuagung Prigen
Penanggung Jawab : Herlina Setya Rini, S.P
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 185,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 585,000,000

Mengetahui,
Ketua LPPM Unesa

Kota Surabaya, 13 - 11 - 2017
Ketua,



(Prof. Dr. Lies Amin Lestari, M.A., M.Pd)
NIP/NIK 196101121988032004

(Dra DEWIE TRI WIJAYATI WARDOYO,)
NIP/NIK 196001291988032001



Menyetujui,
Rektor Unesa
(Prof. Dr. Warsono, M.S)
NIP/NIK 196005191985031003

RINGKASAN

Industri makanan minuman merupakan salah satu kegiatan ekonomi utama di wilayah Koridor Ekonomi (KE) Jawa dalam program Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2025. Kopi merupakan produk makanan dan minuman yang saat ini digemari oleh pasar Eropa dan Amerika karena memiliki karakteristik seperti originalitas, etnikataulatarbelakangbudaya, carapengolahan yang khas, bahanyangdipakai, dansifatnyayangeksklusif.

Provinsi Jawa Timur memiliki potensi besar dalam pengembangan kopi nasional dengan Kabupaten Pasuruan sebagai salah satu wilayah sentra kopi. Ketersediaan bahan baku yang berlimpah memicu tumbuhnya industri pengolahan kopi yang mayoritas adalah industri kecil. Industri kecil tersebut mengolah bahan baku kopi robusta dan arabika serta luwak robusta dan luwak arabika menjadi kopi bubuk, kopi instan, kopi *mix*. Sebagaimana permasalahan yang dihadapi oleh industri kecil lainnya, permasalahan yang dihadapi oleh industri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan adalah keterbatasan modal, keterbatasan pengetahuan, keterbatasan jaringan pemasaran dan keterbatasan peralatan produksi. Hal tersebut menjadikan produk olahan kopi yang dihasilkan hanya menempus pasar lokal dan berada pada jaringan traditional market.

Pembinaan sinergis oleh akademisi dan Pemerintah Daerah terhadap peningkatan kinerja industri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan dengan studi kasus Puspa Tani Makmur diharapkan dapat memberikan *multiplier effect* pada industri kecil kopi olahan lainnya. Permasalahanyangdihadapiindustri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan dan Puspa Tani Makmur adalah 1.) kinerja yang belum optimal 2.) keterbatasan fasilitas produksiroaster, grinder, dan pengemas 3.) kurangnya kemampuan melakukan inovasi dan diversifikasi produk sesuai dengan permintaan pasar; serta terbatasnya jaringan pemasaran dan daya saing produk untuk menembus modern market.

Tujuan umum yang hendak dicapai dari pelaksanaan kegiatan ini adalah meningkatkan kinerja industri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan secara keseluruhan serta melakukan pembinaan pada salah satu industri kecil olahan kopi (studi kasus) yaitu Puspa Tani Makmur melalui alih teknologi produksi, penguatan citra produk olahan kopi sesuai permintaan pasar sehingga menghasilkan produk yang lebih berdaya saing dan memiliki jaringan pemasaran yang lebih luas pada, dalam hal ini adalah modern market pada jangka pendek dan persiapan ekspor pada jangka panjang. Sedangkan tujuan khusus yang hendak dicapai adalah 1.) meningkatkan kinerja industri kecil kopi olahan secara keseluruhan di Kabupaten Pasuruan sehingga dapat menjadi pijakan bagi pemerintah daerah Kabupaten Pasuruan dalam merumuskan strategi kebijakan pembinaan jangka pendek (Tahun 2017); 2.) meningkatkan kinerja pada aspek produksi industri kecil kopi olahan (studi kasus Puspa Tani Makmur) sehingga dihasilkan produk kopi yang memenuhi standard SNI (Tahun 2018); 3.) meningkatkan daya saing produk industri kecil kopi olahan (studi kasus Puspa Tani Makmur) untuk menembus modern market dan memperluas pasar ekspor (Tahun 2019).

Penelitian ini menghasilkan beberapa luaran di setiap tahun yaitu 1.) Model kebijakan strategi peningkatan kinerja industri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan dan publikasi pada jurnal internasional terindeks *Scopus*, yaitu : *International Journal of Applied and Environmental Sciences* Publisher: Research India Publications, India ISSN: 0973-6077 (Tahun 2017); 2.) Teknologi tepat guna (mesin *roaster*, *grinder*, dan pengemas) untuk memperkuat kemampuan SDM industri kecil kopi olahan untuk menghasilkan produk terstandar dan berdaya saing dan publikasi pada jurnal internasional terindeks *Scopus*, yaitu : *Machinery and production engineering* Publisher: Findlay Publications, United Kingdom ISSN: 0024919X (Tahun 2018); 3.) Teknologi tepat guna peningkatan daya saing dan citra produk olahan kopi berupa rancang.

Pada periode pelaporan ini diperoleh hasil bahwa Berdasarkan perhitungan indeks EPI didapatkan bahwa nilai sebesar -621,229. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja lingkungan Puspa Tani Makmur masih dibawah standar. Nilai negatif menandakan bahwa terdapat banyak kandungan zat kimia dalam limbahnya yang melampaui batas maksimum standar Bapedalda Jawa Timur (Keputusan Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang bahan baku mutu limbah cair bagi industri.

Mengacu pada permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai dalam *green productivity*, yaitu meminimalisasi penggunaan air pada proses produksi dan meminimalisasi penggunaan tenaga kerja sewa maka dirumuskan alternatif untuk mengurangi penggunaan keduanya adalah sebagai berikut 1) Memakai mesin pengupas kopi sebanyak 1 buah kapasitas 125 kg/jam dan daya 2,2 kW untuk mempermudah pengupasan kopi. Mesin ini menggunakan motor diesel dikarenakan agar ketika listrik mati tidak mengalami gangguan produksi. Introduksi mesin ini membuat proses pengupasan tidak perlu dilakukan dengan menyewa mesin *huller* sehingga menghemat biaya produksi. Penggunaan mesin ini mampu menghemat biaya produksi sebesar 40%; 2) Membuat bak perendaman air untuk pencucian kopi berukuran 2,4 x 1,2 x 0,85 m dengan daya tampung mencapai 2,45 m³. Pembuatan bak ini akan menghemat penggunaan air sebanyak 30% di dalam proses pencucian serta memudahkan pengelolaan limbah. Berdasarkan analisis NPV diperoleh alternatif 1 memberikan analisis finansial Rp. 28.130.271,61 estimasi peningkatan produktifitas sebesar 171% dan besar pengurangan limbah cair sebesar 0%. Sedangkan alternative 2 memberikan analisis finansial sebesar Rp. 40.224.591,11 peningkatan produktifitas sebesar 163% dan efisiensi pengurangan limbah cair sebesar 30%.

Berpijak pada dasar pertimbangan analisis finansial, estimasi tingkat produktifitas dan besarnya pengurangan limbah. Hasil menunjukkan alternatif 1 memberikan keuntungan dan peningkatan produktifitas yang lebih besar namun tidak memberikan perbaikan kinerja lingkungan. Sebaliknya pada alternatif 2 meskipun memberikan keuntungan yang lebih kecil namun memberikan pengurangan limbah cair yang cukup signifikan yaitu sebesar 30%. Hal inilah yang menyebabkan kinerja lingkungan menjadi meningkat. Selain itu, alternatif 2 memberikan peningkatan produktifitas meskipun tidak sebesar alternatif 1 yaitu sebesar 163%. Berdasarkan hasil diskusi dengan Puspa Tani Makmur maka kedua alternatif diimplementasikan dengan tujuan meningkatkan produktifitas sekaligus meningkatkan kinerja lingkungan.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya sehingga tim pelaksana mampu menyusun laporan kemajuan penelitian ini. Penelitian ini berjudul “Model Peningkatan Produktivitas Berbasis Lingkungan Pada Industri Kecil Olahan Kopi Untuk Penguatan Industri Minuman Koridor Jawa” yang merupakan skim penelitian Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (2011-2025). Penelitian direncanakan berlangsung selama 3 Tahun (2017-2019). Adapun pada saat ini, pelaksanaan penelitian baru menginjak pada tahun pelaksanaan ke-1. Pada tahun ini dilakukan identifikasi proses produksi olahan kopi berikut tingkat produktifitasnya serta performansinya terhadap lingkungan. Luaran yang dihasilkan pada periode penelitian ini nantinya akan menjadi pijakan penelitian di Tahun ke-2.

Penelitian ini dapat terlaksana dengan bantuan dan kerjasama banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, tim pelaksana mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini. Tim peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih kepada Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan, Puspa Tani Makmur serta Kepala Laboratorium material maju dan pertambangan FMIPA Universitas Negeri Malang. Atas bantuan ketiganya lah pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar hingga saat ini khususnya pada tahap analisis data. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen junior di Fakultas Ekonomi maupun Fakultas Teknik yang telah membantu melakukan pengambilan data pada penelitian ini.

Tak ada gading yang tak retak, tim pelaksana menyadari bahwa pada periode pelaporan kemajuan ini masih terdapat banyak kekurangan disana sini. Oleh karena itu, tim pelaksana mengharapkan masukan dari berbagai pihak khususnya reviewer maupun pembaca demi penyempurnaan laporan akhir penelitian maupun pelaksanaan penelitian lainnya di masa mendatang dengan tema yang sama.

Surabaya, Agustus 2017

Tim Pelaksana

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Fokus kajian	1
1.2 Tujuan umum dan khusus penelitian	7
1.3 Urgensi penelitian	9
1.4 Luaran penelitian	11
1.5 Kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan	13
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Kopi	14
2.1.1 Syarat umum kopi	15
2.1.2 Konsep dasar pengeringan	16
2.1.3 Pengeringan biji kopi	17
2.1.4 Proses pengolahan kopi bubuk	18
2.2 Pertanian kopi	21
2.3 Perkembangan kopi rakyat berbasis agroindustri	24
2.4 Konsep pembangunan berkelanjutan pada agroindustri kopi rakyat	28
2.5 Proses pengolahan kopi	35
2.6 Proses pengolahan kopi kering	35
2.7 Pendekatan konsep produksi bersih	37
2.8 Strategi penanganan limbah	43
2.9 Penanganan limbah cair	46
2.10 Penanganan fisika-kimia	46
2.11 Penanganan biologi	48
2.12 Penanganan limbah padat proses pengolahan kopi	52
2.13 Usaha kecil menengah (UKM)	54

2.14	Produktivitas	55
	2.14.1 Pengertian produktivitas	55
	2.14.2 Model pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio output dan input	57
	2.14.3 Produktivitas total	58
2.15	Green Productivity	58
	2.15.1 Konsep green productivity	58
	2.15.2 Material balance	60
	2.15.3 Cause and effect diagram	61
	2.15.4 Analisis kriteria investasi	62
2.16	Teknologi tepat guna	63
	2.16.1 Pengertian teknologi tepat guna	63
	2.16.2 Ciri-ciri teknologi tepat guna	64
2.17	Kemasan	65
	BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	66
	BAB IV. METODE PENELITIAN	67
4.1	Perencanaan pelaksanaan kegiatan	67
4.2	Diagram alir penelitian	68
4.3	Teknik pengumpulan data	72
4.4	Teknik analisis data	74
	BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	78
	BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	82
	BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	92
	DAFTAR PUSTAKA	93
	LAMPIRAN	99

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kawasan Perhatian Industri (KPI) di Jawa Timur, nilai investasi, dan infrastruktur pendukungnya	3
Tabel 1.2	Tujuan umum dan khusus per tahun (tahapan)	8
Tabel 1.3	Rencana target capaian tahunan	11
Tabel 2.1	Karakteristik mutu biji kopi	15
Tabel 2.2	Syarat umum kopi sangrai (SNI.01-2983-1992)	15
Tabel 2.3	Komposisi biji kopi robusta dan arabika sebelum dan sesudah disangrai	16
Tabel 2.4	Total produksi tahunan negara eksportir kopi beras	23
Tabel 4.2	Metode analisis data	77
Tabel 5.1	Luaran per tahun dan indikator capaian terukur tahun ke-1	78
Tabel 5.2	Luaran per tahun dan indikator capaian terukur tahun ke-2	78
Tabel 5.3	Luaran per tahun dan indikator capaian terukur tahun ke-3	81
Tabel 6.1	Rencana penelitian yang diusulkan	86
Tabel 6.2	Ringkasan Anggaran Biaya Penelitian	90
Tabel 6.3	Jadwal pelaksanaan penelitian	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Fokus wilayah kajian penelitian	1
Gambar 2	Distribusi kegiatan ekonomi utama di Koridor Ekonomi	2
Gambar 3	Analisis situasi produksi olahan kopi Puspa Tani Makmur	6
Gambar 4	Bunga kopi (a) dan tahap awal perkembangan buah (b)	15
Gambar 5	Bagian-bagian buah kopi	18
Gambar 6	Kopi Robusta	22
Gambar 7	Elemen pembangunan berkelanjutan	28
Gambar 8	Penilaian atribut kepentingan pembelian kopi berkelanjutan	31
Gambar 9	Indikator keberlanjutan Kerangka Wuppertal	34
Gambar 10	Diagram alir pengolahan biji kopi	36
Gambar 11	Definisi dan ruang lingkup produksi bersih	39
Gambar 12	Teknik-teknik produksi bersih	40
Gambar 13	Hirarki minimisasi limbah	42
Gambar 14	Diagram skematik proses transformasi dan konversi <i>input</i> menjadi produk <i>output</i>	43
Gambar 15	Diagram skematik strategi pengelolaan limbah	45
Gambar 16	Pola umum degradasi polimer organik menjadi metana dalam fermentasi anaerobik	50
Gambar 17	Diagram Ishikawa	62
Gambar 18	Peta jalan produk olahan kopi industri kecil berpotensi ekspor di Kabupaten Pasuruan sebagai wilayah binaan	67
Gambar 19	Diagram alir penelitian Tahun 2017-2019	71
Gambar 20	Teknologi Tepat Guna melalui Iptekda LIPI 2013	83
Gambar 21	Pengembangan jaringan pasar melalui Iptekda LIPI 2014	83
Gambar 22	Pengembangan desain kemasan untuk kopi 'LEDUG' melalui Iptekda LIPI 2014	84
Gambar 23	Pengembangan desain kemasan untuk kopi '9' melalui Iptekda LIPI 2014	84
Gambar 24	Penelitian dan Pengabdian sebelumnya oleh tim pengusul Tahun 2009-2014	88
Gambar 25	Rencana penelitian saat ini dan arah kegiatan penelitian serta pengabdian di masa mendatang (2017-2025)	89

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I. PENDAHULUAN

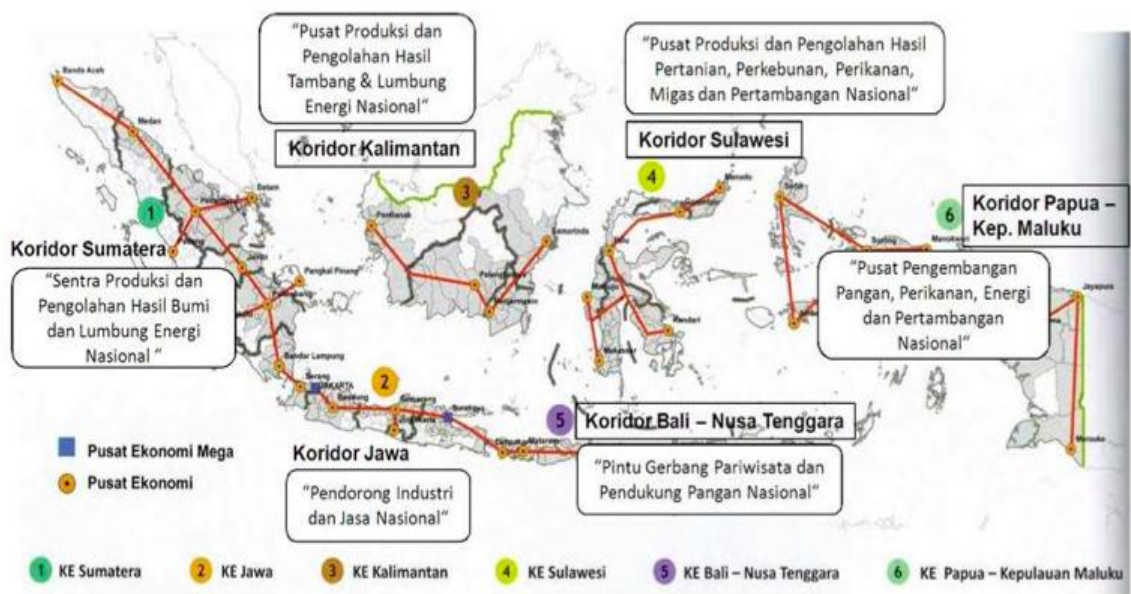
1.1 Fokus kajian

Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) ditetapkan sebagai arahan strategis dalam percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia untuk periode 15(lima belas) tahun terhitung sejak tahun 2011 sampai dengan tahun 2025 dalam rangka pelaksanaan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005-2025.MP3EI disusun berdasarkan optimisme pemerintah dalam melihat posisi Indonesia di mata internasional, dimanadiharapkan keberadaan masterplan ini mendorong visi Indonesia menjadi 10 negara terbesar dunia di tahun 2025. Optimisme tersebut dilatarbelakangi oleh kondisi makro ekonomi Indonesia yang cukup menjanjikan, dengan pertumbuhan ekonomi di atas 6 persen dan *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita melebihi \$3.000 per tahun, Indonesia telah menjadi negara yang diperhitungkan di mata dunia. Dibuktikan pula oleh keberhasilan Indonesia bertahan dari *The Second Great Depression* pada tahun 2008, salah satu dari sedikit negara yang tidak terkena dampak signifikan.

Strategi utama yang dilaksanakan untuk mencapai visi tersebut antara lain adalah : 1) penguatan koridor ekonomi Indonesia dan 2) memperkuat Sumber Daya Manusia (SDM) dan Iptek Nasional. Perguruan Tinggi sebagai salah satu pilar pelaku dalam program MP3EI memiliki kewajiban untuk berkontribusi memperkuat koridor di wilayahnya masing-masing melalui SDM dan hasil inovasi yang dimilikinya. Universitas Negeri Surabaya (Unesa) sebagai salah satu perguruan tinggi di Jawa Timur yang merupakan bagian dari Koridor Jawa harus memberikan sumbangsih untuk memperkuat Koridor Ekonomi Jawa sebagai Pendorong Industri dan Jasa Nasional (Gambar 1.1). Oleh karena itu, penelitian ini **difokuskan** pada wilayah **Koridor Ekonomi Jawa**.

Provinsi Jawa Timur sebagai bagian dari KE Jawa memiliki sumber daya alam berupa bahan pangan yang sangat berlimpah serta berpotensi untuk dikembangkan menjadi aneka bahan pangan maupun minuman sebagai upaya pemberian nilai tambah. Oleh karena itu, perlu dikembangkan penelitian yang mendukung pemanfaatan ragam sumber daya alam tersebut untuk memperkuat industri makanan dan minuman. Namun yang perlu diperhatikan adalah Strategi pencapaian Koridor Ekonomi Jawa sebagai “Pendorong Industri dan Jasa Nasional” adalah pengembangan industri yang mendukung pelestarian daya dukung air dan lingkungan (Kementerian Perekonomian, 2011). Berpijak pada latar belakang tersebut maka, **Unesa sebagai lembaga pengusul**

memfokuskan penelitian ini pada industri makanan minuman yang mendukung pelestarian daya dukung air dan lingkungan (Gambar 1.2). Hal ini bertujuan untuk memperkuat pertumbuhan ekonomi jangka panjang dengan mendukung prinsip *environmental equality*, sehingga dapat memperkuat daya saing produk di tingkat internasional.



Gambar 1.1 Fokus wilayah kajian penelitian



Gambar 1.2 Distribusi kegiatan ekonomi utama di Koridor Ekonomi

Pemerintah provinsi Jawa Timur telah menetapkan beberapa wilayah sebagai Kawasan Perhatian Investasi (KPI) untuk mendukung program MP3EI sebagaimana

terdapat pada Tabel 1.1. Pada Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa wilayah dengan fokus pengembangan industri makanan minuman dan memiliki investasi terbesar adalah Kabupaten Pasuruan dengan nilai investasi Rp. 2.174 Milyar. Kondisi ini sangatlah beralasan karena Produk Domestik Bruto (PDB) Kabupaten Pasuruan didominasi oleh hasil pertanian dan perkebunan serta industri pengolahan sehingga sangat potensial untuk dikembangkan karena ketersediaan bahan baku yang melimpah (BPS, 2014). Oleh karena itu sangatlah ideal apabila kegiatan penelitian difokuskan pada wilayah ini agar mampu memberikan rekomendasi bagi penguatan industri makanan minuman setempat untuk menjadi produk unggulan nasional yang terstandard serta memiliki potensi ekspor.

Tabel 1.1 Kawasan Perhatian Industri (KPI) di Jawa Timur, nilai investasi, dan infrastruktur pendukungnya

KPI	Nilai Investasi (Milyar Rp)	Sektor Industri Utama	Infrastruktur Pendukung
Malang	767	Makanan dan minuman	Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang
Pasuruan	2.174	Makanan dan minuman	Pengembangan Adpel Probolinggo dan pembangunan tol Probolinggo-Banyuwangi
Lamongan	400	Industri Perkapalan	Pengembangan pelabuhan Lamongan & Breakwater serta pembangunan <i>intake</i> & saluran air baku Lamongan
Mojokerto	461	Makanan dan minuman; migas	Pembangunan jalan tol Kertosono-Mojokerto
Gresik	11.296	Makanan dan minuman; migas; tembaga	
Kediri	563	Makanan dan minuman	
Sidoarjo	306	Makanan dan minuman	Pembangunan rel KA dampak lumpur Lapindo
Surabaya	3.556	Makanan dan minuman; besi dan baja; perkapalan	Pengembangan bandara Djuanda, pengembangan kolam pelabuhan dan pembangunan terminal peti kemas; pembangunan <i>double track</i> Semarang-Bojonegoro- Surabaya; pembangunan tol Waru-Wonokromo-Tanjung Perak; pipanisasi PertaminaTanjung Perak-Djuanda; penyelenggaraan jaringan telepon

Sumber: (http://www.kp3ei.go.id/in/main_ind/content2/114/116)

Salah satu hasil perkebunan yang cukup berlimpah di Kabupaten Pasuruan yang juga komoditi andalan Indonesia adalah kopi. Kopi adalah komoditi andalan yang beradapada urutan ketiga setelah karet dan lada(Kementrian Perdagangan, 2012). Di Kabupaten Pasuruan, kopi memiliki luas areal perkebunan rakyat terbesar ketiga yaitu sebesar 6.003hektar (BPS ProvinsiJawaTimur, 2012).Mayoritas produsen kopi di Kabupaten Pasuruan yang tercatat pada Dinas Koperasi dan UKM adalah industri kecil (637 unit). Mayoritas menjual dalam bentuk biji kopi dengan wilayah pemasaran sekitar

80 persen masih untuk konsumsi lokal dan hanya menjangkau *traditional market*.

Kondisi tersebut tentu sangat memprihatinkan pada saat ini mengingat pasar Eropa dan Amerika menggolongkan kopi Indonesia sebagai "*speciality food*" yang sangat digemari oleh karena memiliki karakteristik tertentu berupa originalitas, etnikataulatarbelakangbudaya, carapengolahan yang khas, dan sifatnya yang eksklusif (Kementerian Perdagangan, 2012). Menurut Konsultan *International Coffee Organization (ICO)* yaitu *P & A Marketing International*, menyatakan bahwa konsumsi kopi dunia dari Tahun 2001 hingga Tahun 2008 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2 persen, bahkan pertumbuhan konsumsi kopi Indonesia mengalami kenaikan rata-rata sekitar 3 persen setiap tahunnya, lebih tinggi dibanding pertumbuhan konsumsi kopi dunia. Menurut Kementerian Perdagangan (2013) menyatakan bahwa ekspor kopi Indonesia 80 persen didominasi oleh biji kering (*coffee beans*) dan 20 persen berupa bubuk atau olahan. Meski hanya berjumlah 20 persen, ekspor kopi Indonesia sejumlah USD 75 juta ke Filipina, Malaysia, Singapura, Cina, Amerika, Eropa dan Uni Emirat Arab didominasi oleh produk olahan (kopi instan, ekstrak, *essenced* dan konsentrat kopi) dan sekitar 40 persen nyadi ekspor oleh industri kecil. Hal ini menunjukkan bahwa industri kecil olahan kopi memiliki peluang untuk mengisi pangsa ekspor kopi Indonesia. Oleh karena itu, sangatlah diperlukan kajian terkait industri kecil olahan kopi, pembinaan dan penguatan khususnya yang memiliki peluang ekspor. Penguatan industri kecil olahan kopi berarti memberikan efek ganda berupa peningkatan nilai tambah biji kopi, meningkatkan pendapatan masyarakat (petani kopi dan industri kecil olahan kopi), dan perluasan lapangan kerja bagi masyarakat pedesaan yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan sub sektor ekonomi lainnya serta peningkatan penerimaan pajak bagi pemerintah.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penguatan industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan yang memiliki potensi ekspor. Untuk itu, tim peneliti melakukan kemitraan dengan Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan di dalam menentukan mitra industri kecil olahan kopi sebagai model implementasi. Model ini selanjutnya dapat direplikasi pada industri kecil olahan kopi lainnya sejenis sehingga dapat memberikan *multiplier effect* berupa peningkatan produktifitas maupun pertumbuhan ekonomi. Mitra penelitian yang dipilih adalah Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Puspa Tani Makmur. Gapoktan Puspa Tani Makmur beranggotakan 25 orang petani yang mengusahakan budidaya tanaman kopi hingga kopi olahan. Jenis kopi yang

diusahakan meliputi kopi robusta, kopi arabika, dan kopi luwak jenis robusta dan arabika. Produk yang dihasilkan oleh Gapoktan Puspa Tani Makmur telah memiliki nomor ijin PIRT. Wilayah pemasaran lokal meliputi Pasuruan, Malang, Surabaya, dan Bali. Kapasitas produksi rata-rata sebesar 1.000-1.250 kg per bulan. Produk kopi olahan dijual dalam kemasan plastik dan kardus ukuran 50 gram tanpa label. Omzet penjualan olahan kopi per bulan berkisar Rp. 35-50 juta. Gapoktan ini merupakan paguyuban percontohan di Kabupaten Pasuruan. Penguatan Gapoktan Puspa Tani Makmur berdampak pada rantai panjang petani kopi hingga industri olahan kopi sekaligus dapat menjadi percontohan bagi industri kecil olahan kopi lainnya.

Proses produksi Gapoktan Puspa Tani Makmur dilakukan setiap hari menggunakan peralatan konvensional (Gambar 3). Proses terpenting dalam menjaga cita rasa kopi yaitu penggorengan dan penggilingan masih dilakukan dengan peralatan sederhana sama sekali mengabaikan standar “*food grade*”. Proses penggorengan dilakukan menggunakan drum yang dipanaskan, sehingga untuk mengetahui tingkat kematangan masih berdasarkan perkiraan. Sekali penggorengan kapasitas 5 kg membutuhkan waktu 3 jam. Pada proses penggilingan menggunakan penumbuk terlebih dahulu untuk kemudian menggunakan *grinder* kapasitas 5 kg baru diperoleh tingkat kehalusan yang diinginkan. Setiap hari dilakukan proses penggorengan 3-4 kali memakan waktu 9-12 jam. Proses produksi sama sekali tidak efektif, padahal permintaan lokal saja pada Gapoktan Puspa Tani Makmur berkisar 1.800-2.000 kg per bulan karena konsumen telah mengenal bahan baku biji kopinya ditanam di wilayah Ledug, kawasan dengan tingkat kandungan belerang tinggi dan terletak di tepi lereng pegunungan. Hal ini yang menyebabkan kopi yang dihasilkan memiliki cita rasa yang khas.

Hasil observasi awal, di dalam melakukan proses produksinya Gapoktan Puspa Tani Makmur menghasilkan 15 – 25 kg limbah kulit kopi per hari. Disamping menghasilkan limbah kulit kopi, proses pengolahan kopi menghasilkan limbah cair pH sebesar 4,2, *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar 50.000 mg/l, *Biological Oxygen Demand* (BOD) berkisar 20.000 mg/l, dan zat kimia beracun seperti *alkaloids*, *tannins* dan *polyphenolics*. Limbah kulit selama ini masih ditumpuk begitu saja dan limbah cairnya dibuang ke badan air. Hal ini menjadi petanda betapa masih minimnya pengetahuan SDM Gapoktan Puspa Tani Makmur tentang pengelolaan lingkungan produksi untuk meminimalisasi limbah yang dihasilkan. Para petani maupun industri olahan kopi juga belum pernah diketahuinya istilah “produksi bersih” oleh Gapoktan Puspa Tani Makmur.

Pembinaan yang dilakukan oleh Dinas Koperasi dan UKM serta Dinas Perindustrian dan Perdagangan masih berupa berbagai jenis pelatihan, pameran, pendanaan. Hal ini tentu kurang berdampak signifikan karena produk yang dipamerkan masih kurang berdaya saing sehingga hanya memiliki potensi pasar lokal. Bentuk pembinaan belum menyentuh pengembangan teknologi untuk meningkatkan *product development*. Bantuan pendanaan dilakukan dinas setempat dengan bekerjasama dengan lembaga keuangan, namun pinjamannya masih berkisar Rp. 10-15 juta dan memerlukan agunan. Hal ini tentu sangat sulit mengingat peralatan pengolah kopi cukup banyak dan mahal. Keterbatasan teknologi dan keterbatasan modal masih menjadi kendala bagi pengembangan Gapoktan Puspa Tani Makmur meski menjadi Paguyuban Tani terbaik di Kabupaten Pasuruan.



Gambar 1.3 Analisis situasi produksi olahan kopi Puspa Tani Makmur

Permasalahan yang dihadapi Gapoktan Puspa Tani Makmur secara garis besar adalah 1) Keterbatasan kapasitas produksi dan belum terpenuhinya produk sesuai SNI 01-3542-2004 tentang kopi bubuk yang dihasilkan karena peralatan masih konvensional; 2) Proses produksi yang belum efektif dan efisien karena belum dikenalnya proses produksi bersih untuk peningkatan daya saing produk olahan kopi; 3.) *product development* yang belum berdaya saing untuk menembus jaringan modern ritel (kemasan sederhana). Kondisi keterbatasan pengetahuan, keterbatasan modal, dan keterbatasan peralatan seperti yang dialami mayoritas industri kecil olahan kopi lainnya ternyata juga dialami oleh paguyuban tani terbaik di wilayah ini. Hal ini menjadi sangat kontradiktif akan pasar kopi olahan yang sangat terbuka lebar di wilayah Eropa dan Amerika. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan produktifitas untuk peningkatan daya saing produk kopi olahan dalam menyongsong ekspor.

Tim pengusul bekerjasama dengan Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan dan Gapoktan Puspa Tani Makmur(Surat pernyataan terlampir) untuk merumuskan satu model peningkatan produktifitas berbasis pengembangan produk dan pengelolaan lingkungan pada industri kecil olahan kopi. Strategi yang dilakukan adalah 1) meningkatkan efisiensi produksi untuk meminimalisasi limbah; 2.) introduksi dan alih teknologi tepat guna untuk penguatan produk; dan 3) pengembangan diversifikasi produk, *branding* kemasan dan perluasan jangkauan pasar. **Strategi efisiensi produksi untuk meminimalisasi limbah dan introduksi dan alih teknologi tepat guna untuk penguatan produk akan dilakukan oleh pihak Unesa. Strategi diversifikasi produk, *branding* dan perluasan jangkauan pasar akan dilakukan pihak Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan. Gapoktan Puspa Tani Makmur** berperan sebagai mitra ujicoba strategi yang dilakukan oleh Unesa dan Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan untuk kemudian menjadi mediator alih teknologi bagi UKM olahan kopi lainnya di Kabupaten pasuruan di kemudian hari pasca kegiatan penelitian.

Implementasi strategi tersebut akan terbagi dalam 3 tahun pelaksanaan kegiatan penelitian (2017-2019). Adapun permasalahan yang hendak diupayakan solusinya dalam 3 tahun secara umum adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana model produktifitas berbasis lingkungan di industri kecil olahan kopi (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur) secara keseluruhan di Kabupaten Pasuruan (Tahun 2017)?

- b. Bagaimana meningkatkan kinerja pada aspek produksi industri kecil kopi olahan (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur) sehingga dihasilkan produk kopi yang memenuhi standard SNI01-3542-2004(Tahun 2018)?
- c. Bagaimana hasil ujicoba penyelarasan model peningkatan produktifitas berbasis lingkungan, peningkatan teknologiproduksi, dan pengembangan produk (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur) (Tahun 2019)?

1.2 Tujuan umum dan khusus penelitian

Tujuan umum penelitian ini **adalah meningkatkan produktifitas industri kecil olahan kopi berbasis pengembangan produk dan pengelolaan lingkungan produksi untuk menghasilkan produk kopi olahan sesuai SNI dan persiapan ekspor sehingga mampu memperkuat industri makanan minuman koridor Jawa dan nasional pada akhirnya.** Adapun tujuan khusus yang hendak dicapai pada masing – masing tahun (tahapan) terangkum pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Tujuan umum dan khusus per tahun (tahapan)

No	Tahun	Tujuan umum per tahapan	Tujuan khusus per tahapan
1	2017	Menganalisis produktifitas industri kecil olahan kopi berbasis pengelolaan lingkungan produksi industri kecil olahan kopi (Studi Kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur)	<ul style="list-style-type: none"> – Mengidentifikasi tahapan produksi olahan kopi berikut limbah padat dan cair yang dihasilkan per tahap (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur); – Menganalisis indikator kinerja lingkungan (<i>Environmental Performance Indicator</i>) industri kecil kopi olahan pra implementasi model produktifitas lingkungan (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur); – Menganalisis kandungan limbah cair yang dihasilkan (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur); – Merancang alat pengolah air limbah sederhana berbasis kandungan limbah cair produksi olahan kopi (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur); – Menyusun alternatif strategi pengelolaan lingkungan industri kecil kopi olahan pra implementasi model produktifitas lingkungan (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur);
2	2018	Meningkatkan kinerja pada aspek	– Mengimplementasikan alternatif peningkatan produktifitas berbasis

No	Tahun	Tujuan umum per tahapan	Tujuan khusus per tahapan
		produksi melalui introduksi teknologi tepat guna pada industri kecil kopi olahan (studi kasus Gapoktan Puspa Tani Makmur) untuk penguatan produk yang memenuhi standard SNI 01-3542-2004.	<p>pengelolaan lingkungan dan peningkatan kinerja industri olahan kecil kopi;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Melakukan rancang bangun dan introduksi teknologi tepat guna <i>roaster</i> dan <i>grinder</i> untuk menghasilkan produk kopi pada Gapoktan Puspa Tani Makmur yang sesuai SNI 01-3542-2004; – Melakukan rancang bangun <i>wrapping machine</i> dan rancang bangun kemasan untuk peningkatan daya saing produk kopi pada Gapoktan Puspa Tani Makmur menembus jaringan ritel modern; – Merumuskan model peningkatan produktifitas berbasis introduksi teknologi tepat guna <i>roaster</i>, <i>grinder</i>, dan <i>wrapping machine</i> untuk menghasilkan produk olahan kopi yang sesuai SNI 01-3542-2004;
3	2019	Menguji coba model peningkatan produktifitas berbasis lingkungan dan peningkatan produktifitas dari aspek produksi untuk perluasan jaringan pasar khususnya jaringan modern retail.	<ul style="list-style-type: none"> – Menganalisis sikap konsumen dan kinerja atribut kopi olahan produksi Gapoktan Puspa Tani Makmur terhadap peluang inovasi dan diversifikasi produk; – Menganalisis hasil pengukuran produktifitas pasca implementasi model produktifitas berbasis lingkungan dan peningkatan aspek produksi; – Mengembangkan jaringan pasar dari produk olahan kopi yang telah dihasilkan pasca implementasi model; – Mengembangkan model penyesuaian peningkatan produktifitas berbasis lingkungan dan peningkatan produktifitas dari aspek produksi pada industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan; – Merumuskan strategi pembinaan dan pengembangan industri kecil olahan berbasis model peningkatan produktifitas berbasis lingkungan, peningkatan teknologi produksi, dan pengembangan produk di Kabupaten Pasuruan.

1.3 Urgensi kegiatan penelitian

Pengembangan industri makanan minuman khususnya olahan kopi menjadi

sangat penting karena Industri makanan minuman merupakan salah satu kegiatan ekonomi utama pada KE Jawa dan merupakan kontributor terbesar pada PDB industri non migas secara nasional (BPS, 2013). Industri kopi juga merupakan salah satu industri prioritas agro untuk memperkuat industri makanan minuman nasional berdasarkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 28 Tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional. Kebijakan Jangka Panjang Industri Pengolahan Kopi sampai dengan Tahun 2025 diarahkan untuk menjadikan produk industri kopi Indonesia berdaya saing tinggi dan menjadi *icon* dunia. Strategi yang dipilih antara lain dengan meningkatkan kemampuan industri pengolahan kopi agar berorientasi ekspor, sehingga ekspor naik dari USD 58,7 juta (2008) menjadi USD 24,20 juta tahun 2025 (Kemenperin, 2012).

Kondisi tersebut tentu menjadi peluang bagi industri kecil olahan kopi dalam negeri, namun belum dapat dimanfaatkan dengan baik karena keterbatasan teknologi, pengetahuan, dan modal. Diperlukan upaya perbaikan dengan segera agar produk olahan kopi yang kita miliki mampu bersaing dengan produk sejenis dari negara lain. **Upaya perbaikan yang dilakukan adalah meningkatkan daya saing produk olahan kopi yang dihasilkan. Beberapa strategi yang dapat dilakukan adalah 1) meningkatkan produktifitas yang memberikan nilai tambah (*added value*) terhadap produk; 2) mengintroduksi teknologi tepat guna penunjang produksi; dan 3) meningkatkan *product branding* terhadap produk olahan kopi.**

Perumusan model peningkatan produktifitas menjadi sangat penting untuk disegerakan karena begitu banyak industri kecil yang melakukan pengolahan secara konvensional sehingga sulit menghasilkan produk berdaya saing. Dikhawatirkan semakin lama industri kecil ini akan semakin punah dan impian Indonesia sebagai negara industri yang maju dan bangsa niaga yang tangguh pada Tahun 2025 tidak akan tercapai. Di sisi lain, dari jumlah limbah yang dihasilkan terhadap lingkungan baik dari limbah cair maupun limbah kulit kopi dapat menimbulkan pencemaran karena beban BOD dan COD yang tinggi. **Produksi Perkebunan Rakyat Kabupaten Pasuruan untuk kopi pada Tahun 2014 sebesar 5,257 ton dari lahan seluas 6.003 hektar (BPS, 2015). Hal ini berarti dihasilkan limbah kulit kopi tanpa pengolahan sebesar 1.839 ton per tahun rata-rata. Belum lagi limbah cair yang dihasilkan dari 637 unit industri kecil olahan kopi, dimana masing-masing berkontribusi menghasilkan ribuan BOD dan COD. Dapat dibayangkan jumlah perairan yang akan terancam oleh kerusakan dalam 10**

tahun ke depan. Padahal terdapat 25 sumber mata air terlindungi di Kabupaten Pasuruan (BPS, 2014). Pengembangan industri kecil olahan kopi ini melalui peningkatan kapasitas produksi tanpa mengabaikan keseimbangan lingkungan akan menghancurkan sumber daya perairan di Kabupaten Pasuruan. Hal ini akan berdampak pada buruknya citra kopi olahan Kabupaten Pasuruan di mata negara pengimpor kopi Indonesia termasuk Eropa dan Amerika.

Pengembangan industri olahan kopi Kabupaten Pasuruan berbasis peningkatan teknologi produksi untuk SNI, pengembangan produk, dan pengelolaan lingkungan akan menghasilkan produk kopi olahan berdaya saing dan kopi yang memiliki *value added* berupa citra yang baik bagi Negara pengimpor yang sangat sensitif terhadap isu lingkungan. Hal ini berarti 1) mewujudkan Kabupaten Pasuruan menjadi salah satu wilayah agropolitan sebagaimana dituangkan dalam Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Pasuruan No. 12/2010; 2.) mendukung industri kopi sebagai industri prioritas nasional sebagaimana tertuang dalam Perpres No. 28 Tahun 2008; 3) mensukseskan program MP3EI melalui industri olahan kopi yang memperkuat industri makanan minuman di Koridor Jawa.

Model yang telah mengalami ujicoba akan menjadi basis perumusan strategi pembinaan industri kecil olahan kopi lainnya di Kabupaten Pasuruan, untuk penyebar luasan rencana aksi pengusul bekerjasama dengan Asosiasi Makanan Minuman di Kabupaten Pasuruan. **Apabila masing-masing industri menghasilkan 1 produk sesuai standar SNI berarti ada 637 produk olahan kopi terstandar dan di kemudian hari melalui pembinaan yang berkelanjutan terdapat 10 persen industri kecil olahan kopi yang siap ekspor. Berarti terdapat 60 produk olahan kopi siap ekspor di Kabupaten Pasuruan. Hal ini tentu saja berdampak pada peningkatan pertumbuhan ekonomi wilayah Kabupaten Pasuruan. Di samping itu, jika masing-masing industri kecil terus berkembang maka mampu membuka lapangan kerja baru bagi 2-3 orang yang berarti terdapat 1.200-1.900 tenaga kerja yang terserap.**

Melihat begitu pentingnya dampak yang ditimbulkan dari pengembangan industri kecil olahan kopi maka Unesa berkeinginan untuk berperan serta dengan keilmuan yang dimilikinya dalam mempercepat pertumbuhan wilayah dengan membentuk suatu *pilot project* “**kabupaten binaan**” dengan mensinergikan jaringan kemitraan untuk mendukung alih teknologi inovasi yang dihasilkannya kepada industri kecil. Kabupaten Pasuruan sebagai kabupaten binaan menjadi sangat potensial untuk memberikan *multiplier*

effect bagi pertumbuhan ekonomi Jawa Timur mengingat posisi Kabupaten Pasuruan sebagai pusat pembangunan Surabaya - Malang - Jember dan *hinterland* Gerbangkertosusila. Hal ini berarti Unesa berperan serta dalam menentukan arah kebijakan pembangunan ekonomi di Jawa Timur.

1.4 Luaran kegiatan penelitian

Penelitian ini menghasilkan beberapa luaran di setiap tahun tahapan pelaksanaan. Adapun luaran yang dihasilkan berupa 1.) **publikasi ilmiah internasional**; 2.) **pemakalah dalam temu internasional**; 3.) **teknologi tepat guna**, dan 4.) **model**. Secara terperinci luaran di setiap tahunnya diuraikan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3.Rencana target capaian tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			2017	2018	2019
1.	Publikasi Ilmiah	Internasional	<i>Accepted Open Environmental Sciences</i> <i>Publisher :</i> Bentham Science Publisher B.V, Netherlands ISSN: 18763251	<i>Accepted International Journal of Interdisciplinary Environmental Studies</i> <i>Publisher :</i> Common Ground Publisher ISSN : 23291559, 23291621	<i>Accepted International Journal of Environmental Sustainability</i> <i>Publisher :</i> Common Ground Publisher ISSN : 23251077, 23251085
		Nasional Terakreditasi	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Nasional Tidak Terakreditasi	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
2.	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional	Sudah dilaksanakan ICMEENR 2017: <i>19th International Conference on Management of Environmental, Ecological and Natural Resources</i> Singapore, 20-21 November 2017	Sudah dilaksanakan ICIEM 2018: <i>20th International Conference on Industrial Engineering and Manufacturing</i> Bangkok, 17-18 Desember 2018	Sudah dilaksanakan ICEII 2019: <i>21st International Conference on Environment and Industrial Innovation</i> Bali, 8-9 Oktober 2019
		Nasional Terakreditasi	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Nasional Tidak Terakreditasi	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
3.	<i>Invited speaker</i>	International	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Nasional	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Lokal	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			2017	2018	2019
	dalam temu ilmiah				
4.	<i>Visiting Lecturer</i>	Internasional	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
5.	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Paten Sederhana	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Hak Cipta	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Merek Dagang	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Rahasia Dagang	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Desain Produk Industri	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Indikasi Geografis	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
6	Teknologi Tepat Guna	Tidak Ada	Ada Mesin oven, huller, dan alat pengolah air limbah Slow Sand Filter	Tidak Ada	
7	Model/Purwarupa/Desain/ Karya Seni/Rekayasa Sosial	Tidak Ada Rumusan strategi peningkatan produktifitas industri kecil olahan kopi berbasis lingkungan	Ada Model peningkatan produktifitas industri kecil olahan kopi berbasis lingkungan dan peningkatan teknologi produksi untuk persiapan produk sesuai standar SNI 01-3542-2004	Ada Model integrasi peningkatan produktifitas industri kecil olahan kopi berbasis lingkungan, peningkatan teknologi produksi, dan pengembangan produk sesuai SNI 01-3542-2004	
8	Buku Ajar (ISBN)	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	2 Konsep teknologi dan aplikasi telah diformulasikan	7 Purwarupa diuji dalam lingkungan sebenarnya	9 Teknologi benar benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian	

1.5 Kontribusi hasil penelitian terhadap ilmu pengetahuan

Penelitian ini memiliki kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan karena mensinergikan ilmu pengelolaan lingkungan, teknologi tepat guna, dan manajemen produksi untuk mengembangkan industri kecil olahan kopi. Sinergi ketiga ilmu dasar tersebut berimplikasi langsung pada peningkatan taraf hidup masyarakat pedesaan (petani kopi dan industri kecil olahan kopi), memperluas peluang kesempatan kerja di wilayah pedesaan, dan meningkatkan daya saing bangsa melalui dihasilkannya produk kopi olahan lokal berstandar nasional yang siap ekspor. Hal ini berarti misi program MP3EI untuk mengemban “*bussiness not as usual*” dapat tercapai karena mampu menyeleraskan peningkatan ekonomi dengan kelestarian lingkungan.

Selain itu, sinergi ketiga ilmu dasar tersebut untuk pengembangan olahan kopi berarti juga mendukung cita-cita pemerintah untuk melaksanakan pembangunan ekonomi yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (*knowledge based economy*) melalui penelitian yang menghasilkan kreasi dan inovasi baru baik dalam kualitas produk olahan kopi terstandard, peningkatan kuantitas dan kualitas proses produksi olahan kopi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012). Keberhasilan agribisnis kopi membutuhkan dukungan semua pihak yang terkait dalam proses produksi kopi pengolahan dan pemasaran komoditas kopi. Upaya meningkatkan produktivitas dan mutu kopi terus dilakukan sehingga daya saing kopi di Indonesia dapat bersaing di pasar dunia (Rahardjo, 2012).

Teknologi budi daya dan pengolahan kopi meliputi pemilihan bahan tanam kopi unggul, pemeliharaan, pemangkasan tanaman dan pemberian penangas, pengendalian hama dan gulma, pemupukan yang seimbang, pemanenan, serta pengolahan kopi pasca panen. Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan kualitas dan cita rasa kopi (Rahardjo, 2012). Saat ini, peningkatan produksi kopi di Indonesia masih terhambat oleh rendahnya mutu biji kopi yang dihasilkan sehingga mempengaruhi pengembangan produksi akhir kopi. Hal ini disebabkan, karena penanganan pasca panen yang tidak tepat antara lain proses fermentasi, pencucian, sortasi, pengeringan, dan penyangraian. Selain itu spesifikasi alat/mesin yang digunakan juga dapat mempengaruhi setiap tahapan pengolahan biji kopi. Oleh karena itu, untuk memperoleh biji kopi yang bermutu baik maka diperlukan penanganan pasca panen yang tepat dengan melakukan setiap tahapan secara benar. Proses penyangraian merupakan salah satu tahapan yang penting, namun saat ini masih sedikit data tentang bagaimana proses penyangraian yang tepat untuk menghasilkan produk kopi berkualitas.

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab (Rahardjo, 2012). Di Indonesia kopi mulai di kenal pada tahun 1696, yang di bawa oleh

VOC. Tanaman kopi di Indonesia mulai di produksi di pulau Jawa, dan hanya bersifat coba-coba, tetapi karena hasilnya memuaskan dan dipandang oleh VOC cukup menguntungkan sebagai komoditi perdagangan maka VOC menyebarkannya ke berbagai daerah agar para penduduk menanamnya (Najiyanti dan Danarti, 2004).

2.1.1 Syarat umum kopi

Syarat mutu dibagi menjadi dua yaitu syarat umum dan syarat khusus. Syarat umum adalah persyaratan bagi setiap biji kopi yang dinilai dari tingkatmutunya. Biji kopi yang tidak memenuhi syarat umum tidak dapat dinilaitingkat mutu kopinya. Sementara syarat khusus digunakan untuk menilaibiji kopi berdasarkan tingkat mutunya.

Tabel2.1. Karakteristik mutu biji kopi

Karakteristik	Standar Mutu (%)
Biji berbau busuk dan berbau kapang	-
Kadar air	<12.5
Kadar kotoran	<0.5
Serangga hidup	tidak ada

Sumber : Raharjo (2012)

Tabel 2.2. Syarat umum kopi sangrai (SNI.01-2983-1992)

Kriteria	Satuan	Syarat
Kedaaan (bau,rasa)	-	normal
Kadar air	% w/w	maks 4
Kadar abu	% w/w	7 - 14
Kealkalian dari abu	1 N NaOH/100 gr	80 - 140
Kadar kafein	% w/w	2 - 8
Cemaran Logam (Pb, Cu)	mg/kg	maks 30
Padatan tak larut dalam air	% w/w	maks 0.25
Jumlah bakteri	koloni/gram	maks 300

Sumber : Anonim (2012c)

Kopi robusta memiliki tekstur lebih kasar dari kopi arabika. Jenis lainnya dari kopi robusta seperti *Qillou*, *Uganda* dan *Chanepora*. Dalam pertumbuhannya kopi robusta hampir sama dengan kopi arabika yakni tergantung pada kondisi tanah, cuaca, proses pengolahan. Pengemasan kopi ini akan berbeda untuk setiap negara dan menghasilkan rasa yang sedikit banyak juga berbeda (Anonim, 2012a). Kopi robusta biasanya digunakan sebagai kopi instant atau cepat saji. Kopi robusta memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi, rasanya lebih netral, serta aroma kopi yang lebih kuat. Kandungan kafein pada kopi robusta mencapai 2,8% serta memiliki jumlah kromosom sebanyak 22 kromosom. Produksi kopi robusta saat ini mencapai sepertiga produksi kopi

seluruh dunia (Anonim, 2012a). Biji kopi memiliki kandungan yang berbeda baik dari jenis dan proses pengolahan kopi. Perubahan ini disebabkan karena adanya oksidasi pada saat proses penyangraian. Komposisi biji kopi arabika dan robusta sebelum dan sesudah disangrai (% bobot kering) dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3. Komposisi biji kopi robusta dan arabika sebelum dan sesudah disangrai

Komponen	Arabika	Arabika	Robusta	Robusta
	Green	Roasted	Green	Roasted
Mineral	3.0 - 4.2	3.5 - 4.5	4.0 - 4.5	4.6 - 5.0
Kafein	0.9 - 1.2	1.0	1.6 - 2.4	2.0
Trigonelline	1.0 - 1.2	0.5 - 1.0	0.6 - 0.75	0.3 - 0.6
Lemak	12.0 - 18.0	14.5 - 20.0	9.0 - 13.0	11.0 - 16.0
Asam Alifatik	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5	1.5 - 1.2	1.0 - 1.5
Asam Amino	2.0	0	-	-
Protein	11.0 - 13.0	13.0 - 15.0	-	13.0 - 15.0
Humic Acid	16.0 - 17.0	16.0 - 17.0	-	16.0 - 17.0
Total chologenic acid	5.5 - 8.0	1.2 - 2.3	7.0 - 10.0	3.9 - 6

Sumber : Clarke dan Macrae (1987)

2.1.2 Konsep dasar pengeringan

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktifitas serangga (Hederson dan Perry, 1976). Sedangkan menurut Hall (1957) dan Brooker *et al.*, (1974), proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan bahan pertanian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan. Pengeringan adalah proses pemindahan panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengeringan yang biasanya berupa panas.

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama (Anonim, 2012). Pengeringan merupakan salah satu cara dalam teknologi pangan yang dilakukan dengan tujuan pengawetan. Manfaat lain dari pengeringan adalah memperkecil volume dan berat bahan dibanding kondisi awal sebelum pengeringan, sehingga akan menghemat ruang (Rahman dan Yuyun, 2005). Dalam pengeringan, keseimbangan kadar air menentukan batas akhir dari

proses pengeringan. Kelembapan udara nisbi serta suhu udara pada bahan kering biasanya mempengaruhi keseimbangan kadar air. Pada saat kadar air seimbang, penguapan air pada bahan akan terhenti dan jumlah molekul-molekul air yang akan diuapkan sama dengan jumlah molekul air yang diserap oleh permukaan bahan. Laju pengeringan amat bergantung pada perbedaan antara kadar air bahan dengan kadar air keseimbangan (Siswanto, 2004).

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan (Estiasih, 2009).

2.1.3 Pengeringan biji kopi

Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengeringan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengeringan (Brooker *et al.*, 1974). Biji kopi yang telah dicuci mengandung air 55%, dengan jalan pengeringan kandungan air dapat diuapkan, sehingga kadar air pada kopi mencapai 8-10%. Setelah dilakukan pengeringan maka dilanjutkan dengan perlakuan pemecahan tanduk. Pengeringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- a. Pengeringan dengan sinar matahari, dengan cara semua biji kopi diletakkan di lantai penjemuran secara merata.
- b. Pengeringan dengan menggunakan mesin pengering, dimana pada mesin pengering tersebut terdiri atas tromol besi dengan dindingnya berlubang – lubang kecil (Aak, 1980).

Pengeringan pada kopi biasanya dilakukan dengan tiga cara yaitu pengeringan secara alami, buatan, dan kombinasi antara alami dan buatan.

a. Pengeringan Alami

Pengeringan alami hanya dilakukan pada musim kemarau karena pengeringan pada musim hujan tidak akan sempurna. Pengeringan yang tidak sempurna mengakibatkan kopi berwarna coklat, berjamur, dan berbau apek. Pengeringan pada musim hujan

sebaiknya dilakukan dengan carabuatan atau kombinasi cara alami dan buatan. Pengeringan secara alamisebaiknya dilakukan dilantai semen, anyaman bambu, atau tikar. Kebiasaanmenjemur kopi di atas tanah akan menyebabkan kopi menjadi kotor dan terserang cendawan (Najiyati dan Danarti, 2004). Cara penjemuran kopi yang baik adalah dihamparkan di atas lantaidengan ketebalan maksimum 1.5 cm atau sekitar 2 lapisan. Setiap 1–2 jamhamparan kopi di bolak-balik dengan menggunakan alat menyerupai garuhatau kayu sehingga keringnya merata. Bila matahari terik penjemuranbiasanya berlangsung selama 10–14 hari namun bila mendung biasanyaberlangsung 3 minggu (Najiyati dan Danarti, 2004).

b. Pengeringan Buatan

Pengeringan secara buatan biasanya dilakukan bila keadaan cuaca cenderung mendung. Pengeringan buatan memerlukan alat pengering yang hanya memerlukan waktu sekitar 18 jam tergantung jenis alatnya. Pengeringan ini dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama, pemanasan pada suhu 65–100°C untuk menurunkan kadar air dari 54% menjadi 30%. Tahap kedua pemanasan pada suhu 50–60°C untuk menurunkan kadar airmenjadi 8–10% (Najiyati dan Danarti, 2004).

c. Pengeringan Kombinasi Alami dan Buatan

Pengeringan ini dilakukan dengan cara menjemur kopi di terik matahari hingga kadar air mencapai 30%. Kemudian kopi dikeringkan lagi secara buatan sampai kadar air mencapai 8–10%. Alat pengering yangdigunakan ialah mesin pengering otomatis ataupun dengan rumah (tungku)pengering. Prinsip kerja kedua alat hampir sama yaitu pemanasan kopidengan uap/udara di dalam ruang tertutup (Najiyati dan Danarti, 2004).

2.1.4 Proses pengolahan kopi bubuk

Proses pengolahan bubuk kopi terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu sebagai berikut:

1. Penyangraian

Kunci dari proses produksi kopi bubuk adalah penyangraian. Proses ini merupakan tahapan pembentukan aroma dan cita rasa khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas. Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa organik calon pembentuk cita rasa dan aroma khas kopi. Waktu sangrai ditentukan atas dasar warna biji kopi sangrai atau sering disebut derajat sangrai. Makin lama

waktu sangrai, warna biji kopi sangrai mendekati cokelat tua kehitaman (Mulato, 2002).

Roasting merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas dan produk pirolisis volatil lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan citarasa kopi. Kehilangan berat kering terkait erat dengan suhu penyangraian. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas 3 golongan yaitu *ligh roast* suhu yang digunakan 193 °C sampai 199 °C, *medium roasts* suhu yang digunakan 204 °C dan *dark roast* suhu yang digunakan 213 °C sampai 221 °C. *Light roast* menghilangkan 3-5% kadar air, *medium roast* menghilangkan 5-8% dan *dark roast* menghilangkan 8-14% kadar air (Varnam and Sutherland, 1994).

Penyangrai bisa berupa oven yang beroperasi secara *batch* atau *continuous*. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan, dan pada beberapa desain pemanas, hal ini merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan baik untuk penyangraian secara *batch* maupun *continuous* yaitu berupa drum horizontal yang dapat berputar. Umumnya, biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa roaster dimana dimungkinkan terjadi aliran silang dengan udara panas. Udara yang digunakan langsung dipanaskan menggunakan gas atau bahan bakar, dan pada desain baru digunakan sistem udara daur ulang yang dapat menurunkan polusi di atmosfer serta menekan biaya operasional (Ciptadi dan Nasution, 1985).

Tingkat penyangraian dibagi menjadi 3 tingkatan, yaitu ringan (*light*), medium dan gelap (*dark*). Secara laboratoris tingkat kecerahan warna biji kopi sangrai diukur dengan pembeda warna *lovibond*. Biji kopiberas sebelum disangrai mempunyai warna permukaan kehijauan yang bersifat memantulkan sinar sehingga nilai *Lovibond*nya (L) berkisar antara 60-65. Pada penyangraian ringan (*light*), sebagian warna permukaan biji kopi berubah kecoklatan dan nilai L turun menjadi 44-45. Jika proses penyangraian dilanjutkan pada tingkat medium, maka nilai L biji kopi makin berkurang secara signifikan ke kisaran 38-40. Pada penyangraian gelap, warna biji kopi sangrai makin mendekati hitam karena senyawa hidrokarbon terpirolisis menjadi unsur karbon. Sedangkan senyawa gula mengalami proses karamelisasi dan akhirnya

nilai L biji kopi sangrai tinggal 34-35. Kisaran suhu sangrai untuk tingkat sangrai ringan adalah antara 190°C-195°C, sedangkan untuk tingkat sangrai medium adalah di atas 200 °C. Untuk tingkat sangrai gelap adalah di atas 205°C (Mulato,2002).

Perubahan sifat fisik dan kimia terjadi selama proses penyangraian, menurut Ukers dan Prescott dalam Ciptadi dan Nasution (1985) seperti *swelling*, penguapan air, terbentuknya senyawa *volatile*, karamelisasi karbohidrat, pengurangan serat kasar, denaturasi protein, terbentuknya gas sebagai hasil oksidasi dan terbentuknya aroma yang karakteristik pada kopi. *Swelling* selama penyangraian disebabkan karena terbentuknya gas-gas yang sebagian besar terdiri dari kemudian gas-gas ini mengisi ruang dalam sel atau pori-pori kopi. Senyawa yang membentuk aroma dan rasa di dalam kopi menurut Mabrouk dan Deatherage dalam Ciptadi dan Nasution (1985) adalah:

- a. Golongan fenol dan asam tidak mudah menguap yaitu asam kofeat, asam klorogenat, asam ginat dan riboflavin. Golongan senyawa karbonil yaitu asetaldehid, propanon, alkohol, vanilin aldehid.
- b. Golongan senyawa karbonil asam yaitu oksasuksinat, aseto asetat, hidroksi pirufat, keton kaproat, oksalasetat, mekoksalat, merkaptopiruvat.
- c. Golongan asam amino yaitu leusin, iso leusin, variline, hidrosiproline, alanin, threonin, glisin dan asam aspartat.
- d. Golongan asam mudah menguap yaitu asam asetat, propionat, butiratan dan volerat.

Di dalam proses penyangraian sebagian kecil dari kafein akan menguap dan terbentuk komponen-komponen lain yaitu aseton, furfural, amonia, trimetilamin, asam formiat dan asam asetat. Kafein di dalam kopi terdapat baik sebagai senyawa bebas maupun dalam bentuk kombinasi dengan klorogenat sebagai senyawa kalium kafein klorogenat. Biji kopi yang disangrai dapat langsung dikemas. Pengemasan dilakukan dengan kantong kertas, ketika kopi dipisahkan dari outlet khusus dan digunakan langsung oleh konsumen. Tempat penyimpanan yang lebih baik serta kemasan vakum diperlukan untuk mencegah *deteriorasi oksidatif* jika kopi tidak melewati outlet khusus. Saat ini digunakan kemasan vakum dari kaleng yang mampu menahan tekanan yang terbentuk atau menggunakan kantung yang dapat melepaskan tetapi menerima oksigen (Ciptadi dan Nasution ,1985).

2. Pendinginan biji sangrai

Proses pendinginan biji kopi yang telah disangrai sangat perlu dilakukan. Ini untuk mencegah agar tidak terjadi pemanasan lanjutan yang dapat mengubah warna,

flavor, volume atau tingkat kematangan biji yang diinginkan. Beberapa cara dapat dilakukan antara lain pemberian kipas, ataupun dengan menaruhnya kebidang datar (Pangabean, 2012). Setelah proses sangrai selesai, biji kopi harus segera didinginkan di dalam bak pendingin. Pendinginan yang kurang cepat dapat menyebabkan proses penyangraian berlanjut dan biji kopi menjadi gosong (*over roasted*). Selama pendinginan biji kopi diaduk secara manual agar proses pendinginan lebih cepat dan merata. Selain itu, proses ini juga berfungsi untuk memisahkan sisa kulit ari yang terlepas dari biji kopi saat proses sangrai (Mulato, 2002).

3. Penghalusan/pengilingan biji kopi sangrai

Biji kopi sangrai dihaluskan dengan mesin penghalus sampai diperoleh butiran kopi bubuk dengan ukuran tertentu. Butiran kopi bubuk mempunyai luas permukaan yang relatif besar dibandingkan jika dalam keadaan utuh. Dengan demikian, senyawa pembentuk citarasa dan senyawa penyegar mudah larut dalam air seduhan (Mulato, 2002). Salah satu perubahan kimiawi biji kopi selama penyangraian dapat dimonitor dengan perubahan nilai pH. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatil seperti aldehida, furfural, keton, alkohol, ester, asam format, dan asam asetat yang mempunyai sifat mudah menguap. Makin lama dan makin tinggi suhu penyangraian, jumlah ion H⁺ bebas di dalam seduhan makin berkurang secara signifikan. Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aromakhas kopi antara lain asam amino dan gula. Selama penyangraian beberapa senyawa gula akan terkaramelisasi menimbulkan aroma khas. Senyawa yang menyebabkan rasa sepat atau rasa asam seperti tanin dan asam asetat akan hilang dan sebagian lainnya akan bereaksi dengan asam amino membentuk senyawa melancidin yang memberikan warna cokelat (Mulato, 2002).

2.2 Pertanian Kopi

Menurut Najiyati dan Danarti (2006), kopi adalah spesies tanaman tahunan berbentuk pohon. Di dunia perdagangan, dikenal beberapa golongan kopi, tetapi yang paling sering dibudidayakan hanya kopi Arabika, Robusta, dan Liberika. Secara lengkap, klasifikasi botani kopi adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rubiales
Famili : Rubiaceae

Genus : *Coffea*
Spesies : *coffea* sp.

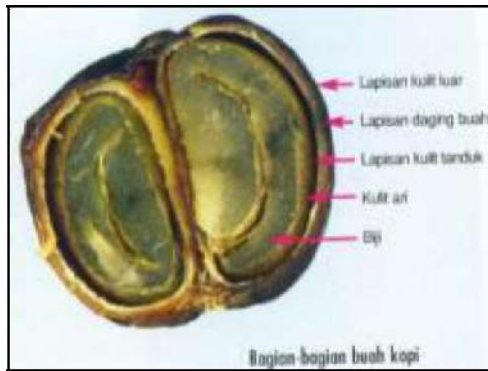
Pada umumnya tanaman kopi berbunga setelah berumur sekitar dua tahun. Bila bunga sudah dewasa, terjadi penyerbukan dengan pembukaan kelopak dan mahkota yang akan berkembang menjadi buah. Kulit buah yang berwarna hijau akan menguning dan menjadi merah tua seiring dengan pertumbuhannya. Waktu yang diperlukan dari bunga menjadi buah matang sekitar 6-11 bulan, tergantung jenis dan lingkungan. Kopi Arabika membutuhkan waktu 6-8 bulan, sedangkan kopi Robusta 8-11 bulan. Bunga umumnya mekar awal musim kemarau dan buah siap dipetik di akhir musim kemarau. Di awal musim hujan, cabang primer akan memanjang dan membentuk daun-daun baru yang siap mengeluarkan bunga pada awal musim kemarau mendatang (Najiyati dan Danarti 2006). Jika dibandingkan dengan kopi Arabika, pohon kopi Robusta lebih rendah dengan ketinggian sekitar 1,98 hingga 4,88 meter saat tumbuh liar di kawasan hutan. Pada saat dibudidayakan melalui pemangkasan, tingginya sekitar 1,98 hingga 2,44 meter (Retnandari dan Tjokrowinoto 1991).

Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), dan kulit tanduk (*endocarp*) yang tipis, tetapi keras. Kulit luar terdiri dari satu lapisan tipis. Kulit buah yang masih muda berwarna hijau tua yang kemudian berangsur-angsur menjadi hijau kuning, kuning, dan akhirnya menjadi merah, merah hitam jika buah tersebut sudah masak sekali. Daging buah yang sudah masak akan berlendir dan rasanya agak manis. Biji terdiri dari kulit biji dan lembaga (Ciptadi dan Nasution 1985; Najiyati dan Danarti 2006). Kulit biji atau *endocarp* yang keras biasa disebut kulit tanduk. Lembaga (endosperma) merupakan bagian yang dimanfaatkan untuk membuat minuman kopi (**Gambar 2.1**).



Gambar 2.1 Bunga kopi (a) dan tahap awal perkembangan buah (b)

(Sumber: Najiyati dan Danarti 2006)



Gambar 2.2Bagian-bagian buah kopi

Gambar 2.3Kopi Robusta

(Sumber: Najiyati dan Danarti 2006)

Menurut Ciptadi dan Nasution (1985), buah kopi umumnya mengandung 2 butir biji, tetapi kadang-kadang hanya mengandung satu butir saja. Biji kopi ini disebut biji kopi lanang/kopi jantan/kopi bulat. Buah kopi yang sudah masak pada umumnya akan berwarna kuning kemerahan sampai merah tua. Tetapi ada juga yang belum cukup tua tetapi telah terlihat berwarna kuning kemerahan pucat yaitu kopi yang terserang hama bubuk buah kopi. Buah kopi yang terserang hama bubuk ini mengering di tangkai atau luruh ke tanah. Buah kopi yang kering tersebut dipetik dan yang luruh di tanah dipungut secara terpisah dari buah masak yang dinamakan pungutan "lelesan". Pada akhir masa panen dikenal rampasan atau racutan yaitu memetik semua buah yang tertinggal di pohon sampai habis, termasuk yang masih muda. Petikan rampasan ini dimaksudkan guna memutus siklus hidup hama bubuk buah. Pemetikan buah kopi dilakukan secara manual (Ciptadi dan Nasution 1985; Najiyati dan Danarti 2006).

Di dunia perdagangan dikenal beberapa golongan kopi, tetapi yang paling sering dibudidayakan hanya kopi Arabika, Robusta, dan Liberika. Kopi Robusta bukan nama spesies karena kopi ini merupakan keturunan dari beberapa spesies kopi terutama *Coffea canephora*. Kopi Robusta berasal dari hutan-hutan khatulistiwa di Afrika, yang membentang dari Uganda hingga Sudan Selatan, bahkan sampai Abyssinia Barat sepanjang curah hujan mencukupi. Kopi ini masuk ke Indonesia pada tahun 1900 dan saat ini termasuk jenis yang mendominasi perkebunan kopi di Indonesia (Retnandari dan Tjokrowinoto 1991).

Di beberapa negara Afrika dan Asia, kopi menjadi sumber pendapatan utama dalam pertanian subsisten untuk memenuhi kebutuhan mendasar seperti kesehatan, pendidikan dll. Petani di negara-negara tersebut tergantung hampir sepenuhnya pada

kopi. Di awal abad 21, pada saat harga kopi dunia menurun, pernah terjadi kelaparan di beberapa daerah penghasil kopi di negara Nicaragua dan Guatemala. Ditinjau dari sisi sosial ekonomi, kopi juga telah membentuk aktivitas-aktivitas pengolahan, jasa, dan tradisi yang berkaitan secara historis terhadap terbentuknya kelas kapitalis dan institusi sosial lainnya.

Kopi merupakan sumber pendapatan untuk lebih 125 juta masyarakat di 52 negara berkembang. Sekitar 25 juta orang yang sebagian besar adalah usaha kecil menengah menanam kopi pada 11,8 juta ha lahan, menghasilkan 6,6 juta ton kopi per tahun. Seperempat kopi yang ditanam dikonsumsi di negara asal dan tiga perempatnya diperdagangkan secara global. Kopi merupakan komoditas ke-2 terbesar yang diperdagangkan di dunia setelah minyak (Pelupessy 2003). Buah kopi dipetik kemudian diubah menjadi biji kopi yang siap diekspor dalam rantai perdagangan global. Biji kopi diolah menjadi kopi bubuk, dikemas, dan dijual kepada konsumen setelah tiba di negara pengimpor.

Tabel 2.4 Total produksi tahunan negara eksportir kopi beras

Negara	Volume ekspor (x 1000 bags)					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Brazil	42512	36064	45992	39470	48095	43484
Vietnam	19340	16467	18500	18200	19467	18300
Colombia	12541	12504	8664	8098	8523	7800
Indonesia	7483	7777	9612	11380	9129	8250
Ethiopia	5551	5967	4949	6931	7500	8312
India	4563	4319	3950	4764	5033	5333
Mexico	4200	4150	4651	4200	4850	4300
Guatemala	3950	4100	3785	3835	3950	3750
Honduras	3461	3842	3450	3575	4326	4500
Peru	4319	3063	3872	3286	3986	5443

Sumber: ICO (2012)

Produsen kopi utama dunia adalah Brazil. Vietnam yang merupakan pendatang baru menjadi pesaing utama Indonesia karena memproduksi kopi yang sejenis. Pada saat ini perkebunan kopi Indonesia kalah bersaing dengan perkebunan kopi Vietnam karena perkebunan kopi Indonesia umumnya sudah berumur tua dan produktivitasnya rendah (Herman 2008). Seiring penurunan ekspor biji kopi dari Colombia, posisi Indonesia saat ini naik menjadi nomor 3 sejak tahun 2008.

Komoditas kopi memegang peranan penting dalam sejarah perekonomian Indonesia sejak periode kolonial Belanda. Berjangkitnya penyakit tanaman kopi antara tahun 1910-1914 menyebabkan penurunan produksi kopi secara drastis dan mulai diperkenalkannya varietas kopi Robusta yang lebih tahan penyakit di Jawa. Kopi Robusta segera menyebar ke daerah lain di luar Jawa khususnya Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, dan Aceh. Pertumbuhan kopi Robusta melampaui produksi kopi Arabika pada tahun 1935-1940. Masa suram produksi kopi terjadi pada masa Perang Dunia II (PD II) ketika Indonesia dijajah Jepang hingga masa setelah proklamasi. Perkebunan kopi yang tidak terawat dengan baik menyebabkan merosotnya produk kopi yang berada di bawah perkebunan besar. Di sisi lain, areal dan produk kopi rakyat cenderung meningkat. Pada tahun 1955, luas areal tanaman kopi rakyat mencapai 148.000 ha, sedangkan luas areal perkebunan besar kopi mencapai 47.100 ha. Produksi kopi rakyat pada saat yang sama mencapai 47.300 ton, sedangkan produksi kopi perkebunan besar mencapai 15.200 ton.

2.3 Pengembangan Kopi Rakyat Berbasis Agroindustri

Kopi telah memberikan keuntungan bagi petani kopi, tetapi belum dapat menjamin untuk memenuhi keperluan rumah tangga petani. Karena dibandingkan dengan para pelaku ekonomi dalam rantai usaha tani dan pemasaran kopi, petani memiliki posisi paling lemah. Para pedagang dan eksportir memiliki peluang untuk memperoleh keuntungan meskipun pada tingkat harga terendah. Petani yang telah mengeluarkan biaya untuk pemeliharaan tidak dapat menyesuaikan dengan rendahnya harga kopi. Hal ini akan mempengaruhi pola pengelolaan kopi pada tahap berikutnya yang selanjutnya berpengaruh terhadap mutu kopi yang dihasilkan dan pendapatan petani (Retnandari dan Tjokrowinoto 1991).

Beberapa keterbatasan petani kopi dan industri pengolahan kopi rakyat skala kecil adalah sebagai berikut:

1. Keseragaman dan kepastian ketersediaan produk yang rendah yang menyebabkan rendahnya standar dan harga produk.
2. Keterbatasan akses terhadap pembiayaan.
3. Ketidakmampuan memenuhi volume yang dipersyaratkan pembeli komersial.
4. Umumnya tidak memiliki kemampuan untuk mendapatkan pembiayaan operasional dari sumber-sumber formal.

5. Kesulitan untuk mengakses pasar terkait faktor logistik, ketidaktepatan, dan rendahnya persiapan pengolahan kopi yang bermutu baik.
6. Mekanisme resiko yang terbatas meskipun bergerak dalam suatu kelompok tani.
7. Kelompok tani cenderung berorientasi sosial, memiliki manajemen pengelolaan yang rendah.

Pembangunan pertanian pada dasarnya adalah suatu upaya untuk meningkatkan kualitas hidup petani, yang dicapai melalui strategi investasi dan kebijaksanaan pengembangan profesionalitas dan produktivitas tenaga kerja pertanian, pengembangan sarana, dan prasarana ekonomi, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan penataan dan pengembangan kelembagaan pedesaan (Kasryno 2002). Potensi pertanian memiliki potensi besar dalam menghasilkan produk pertanian dan potensi kebutuhan potensial terhadap hasil industri yang relatif tinggi

Menurut Yusdja dan Iqbal (2002), agroindustri mempunyai peran yang sangat besar dalam pembangunan pertanian di Indonesia terutama dalam rangka transformasi struktur perekonomian dan dominasi sektor pertanian ke dominasi sektor industri. Peran agroindustri adalah menciptakan nilai tambah hasil pertanian di dalam negeri, penyediaan lapangan kerja khususnya dapat menarik tenaga kerja sektor pertanian ke sektor agroindustri, meningkatkan penerimaan devisa melalui ekspor hasil agroindustri, memperbaiki pembagian pendapatan dan menarik pembangunan sektor pertanian. Agroindustri dapat dipandang sebagai langkah pertama menuju industrialisasi.

Agroindustri berasal dari 2 kata yaitu *agricultural* dan *industry* yang berarti suatu industri yang menggunakan hasil pertanian sebagai bahan baku utamanya; atau suatu industri yang menghasilkan suatu produk yang digunakan sebagai sarana atau *input* dalam usaha pertanian. Austin (1981) diacu dalam Yusdja dan Iqbal (2002), mengidentifikasi agroindustri sebagai pengolahan bahan baku yang bersumber dari tanaman atau binatang. Pengolahan yang dimaksud meliputi pengolahan berupa proses transformasi dan pengawetan melalui perubahan fisik atau kimiawi, penyimpanan, pengepakan dan distribusi. Ciri kegiatan agroindustri adalah (i) meningkatkan nilai tambah, (ii) menghasilkan produk yang dapat dipasarkan atau digunakan atau dimakan, (iii) meningkatkan daya simpan, dan menambah pendapatan dan keuntungan produsen. Said dan Haritz (1998), mendefinisikan agroindustri sebagai kegiatan industri yang memanfaatkan hasil pertanian sebagai bahan baku, merancang dan menyediakan peralatan serta jasa untuk kegiatan tersebut. Dengan demikian agroindustri meliputi

industri pengolahan hasil pertanian, industri yang memproduksi peralatan dan mesin pertanian, industri *input* pertanian, dan industri jasa sektor pertanian.

Menurut Saptana dan Sumaryanto (2002), di antara komoditas pertanian, komoditas perkebunan mempunyai interdependensi yang sangat kuat dengan industri pengolahan karena sebagian besar *output* sektor perkebunan digunakan sebagai bahan baku industri pengolahan. Kelembagaan merupakan salah satu aspek yang sangat strategis dalam pengembangan industri perkebunan. Organisasi yang mungkin beroperasi dalam mata rantai kelembagaan pembangunan agroindustri adalah petani atau kelompok tani, koperasi petani, pedagang, perusahaan lokal, perusahaan multinasional, dan BUMN.

Aspek lain yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan agroindustri perkebunan adalah pemilihan teknologi untuk meningkatkan nilai tambah dan kualitas hasil perkebunan. Teknologi pengolahan yang dibutuhkan harus sesuai dengan (i) kebutuhan pasar terutama menyangkut kualitas yang dipersyaratkan, (ii) mempertimbangkan kompleksitas teknologi dan biaya yang dibutuhkan, (iii) sesuai dengan kapasitas yang akan digunakan, dan (iv) sesuai dengan kapasitas kemampuan manajemen.

Nilai tambah dari agroindustri perkebunan umumnya bersumber dari usaha tani tanaman perkebunan dan pengolahan produk primer. Apabila teknologi yang digunakan sederhana, maka kualitas produk perkebunan rakyat umumnya juga beragam. Oleh karena itu peningkatan nilai tambah agroindustri perkebunan sebaiknya dilakukan melalui peningkatan produktivitas dan mutu hasil usahatani, usaha pengolahan, dan sistem pemasarannya secara simultan.

Sebagai salah satu tanaman perkebunan yang memegang peranan penting dalam perekonomian nasional, Departemen Pertanian melalui Direktorat Jenderal Perkebunan berusaha untuk tetap memperkuat peranan kopi, baik di luar negeri, dan dalam negeri melalui upaya-upaya yang tertuang dalam Road Map Komoditas Kopi 2005-2025:

1. Kebijakan peningkatan produktivitas dan mutu tanaman kopi
2. Peningkatan ekspor dan nilai tambah kopi
3. Dukungan penyediaan pembiayaan
4. Pemberdayaan petani

Hasil Simposium Kopi tahun 2006 meletakkan landasan bagi pengembangan agroindustri kopi rakyat dengan menitikberatkan pada faktor-faktor berikut: (1) pengembangan komoditas kopi rakyat sebagai komoditas potensial penghasil pendapatan petani, devisa negara, dan pelestarian lingkungan melalui pengkajian aspek-aspek

keunggulan komparatifnya, (2) penyempurnaan teknologi pengolahannya termasuk yang berteknologi tinggi, (3) pemasyarakatan program Prima Tani, dan (4) Revitalisasi Kopi. Program Revitalisasi Kopi yang dapat diterapkan untuk mendukung agroindustri kopi rakyat meliputi

- a. Perbaikan mutu hasil dan sistem pemasaran
- b. Pembinaan penerapan teknologi olah basah di tingkat kelompok tani
- c. Adopsi program pendampingan untuk meningkatkan produktivitas, mutu hasil, harga jual, dan pendapatan para petani.
- d. Diversifikasi, intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan
- e. Perluasan segmentasi pasar kopi dengan upaya mengurangi hambatan antara lain penerapan 4C (*Common Code for Coffee Community*).
- f. Menerapkan inovasi teknologi pascapanen untuk pengolahan dan pengembangan diversifikasi produk kopi skala UMKM.
- g. Peningkatan permintaan produk-produk kopi yang dikaitkan dengan isu keamanan pangan, lingkungan, kesejahteraan pekerja serta keberlanjutan, perlu diantisipasi sejak dini oleh para pelaku agribisnis dan disosialisasikan kepada para petani kopi.
- h. Teknologi olah basah hemat air yang dihasilkan Puslitkoka perlu dimanfaatkan dalam penerapan pengolahan kopi basah melalui sistem kelompok tani untuk meningkatkan mutu kopi rakyat dan pendapatan petani serta melestarikan sumber daya alam.
- i. Penerapan model sistem usaha tani perkebunan kopi terintegrasi dengan ternak, pemanfaatan limbah kebun dengan teknologi pengomposan, penanganan susu kambing, dan perbaikan sistem budidaya.

Sebagai komoditas pertanian penting yang diperdagangkan di dunia, saat ini usaha pertanian, agroindustri, dan pemasarannya dituntut untuk dilaksanakan berdasarkan konsep berkelanjutan. Sertifikasi kopi merupakan salah satu langkah untuk menjamin pelaksanaan pertanian kopi secara berkelanjutan. Beberapa contoh sertifikasi kopi yang ada adalah *Organic*, *Fairtrade*, *Rainforest Alliance* dan lainnya. Sejumlah klasifikasi telah ditetapkan untuk menilai kelayakan keberlanjutan perkebunan kopi berdasarkan standar ekonomi, sosial dan lingkungan. Standar ini mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan yang dicetuskan oleh WCED tahun 1983 yang kemudian diadopsi di berbagai bidang kehidupan

Sejak orde baru, terjadi pergeseran struktur industri kopi yang semula didominasi oleh perkebunan besar di masa kolonial Belanda menuju struktur industri yang

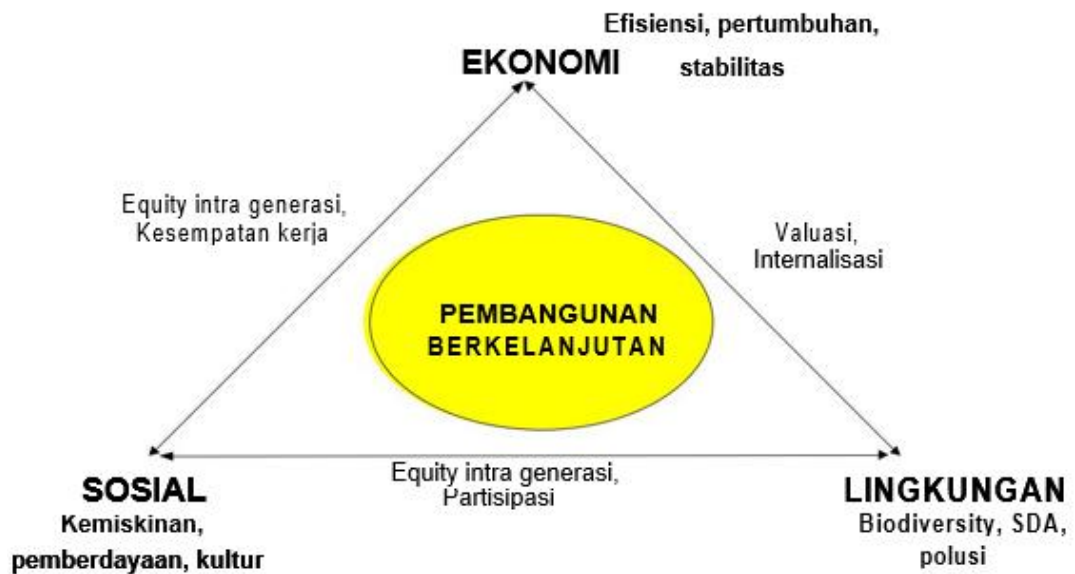
didominasi perkebunan kopi rakyat. Pada tahun 1940, perbandingan antara perkebunan besar dan rakyat adalah 19:1. Pada tahun 1988, perbandingan tersebut berubah menjadi 1:19 yang terutama didominasi perkebunan rakyat di luar Pulau Jawa. Pergeseran dominasi ini memberikan kontribusi dalam daya adaptasi perkebunan kopi terhadap situasi harga kopi yang cenderung fluktuatif di pasar internasional. Pada saat harga di pasar internasional turun, perkebunan besar cenderung menurunkan jumlah kopi yang dipetik dan mengurangi lahan usaha. Sebaliknya, petani kopi melakukan penanaman tumpang sari yang menjamin stabilitas pendapatan petani dan meningkatkan jumlah kopi yang dipetik untuk dapat mempertahankan derajat kehidupan subsistensi. Pada saat harga jatuh, petani berusaha di luar sektor kopi yang pada saat harga kopi tinggi, usaha tersebut ditinggalkan.

Perubahan struktur dari dominasi perkebunan besar ke dominasi perkebunan rakyat akan mempengaruhi karakteristik *output* yang dihasilkan. Menurut Kasyrino (2002), beberapa perbedaan karakteristik *output* antara perkebunan besar dan perkebunan rakyat adalah meliputi; (1) skala usaha, (2) teknologi yang diterapkan, dan (3) tingkat interaksi yang diterapkan. Pada saat ini terdapat 3 kelompok produsen kopi di Indonesia, yaitu Perkebunan Besar Negara (PBN), Perkebunan Besar Swasta (PBS), dan Perkebunan Rakyat. Perkebunan rakyat mendominasi perkebunan kopi yang ada di Indonesia. Terdapat perbedaan karakteristik antara perkebunan besar dan perkebunan rakyat. Bagi perkebunan besar, usaha tani kopi adalah suatu perusahaan, menerapkan prinsip-prinsip perusahaan yang jelas. Sebaliknya, tanaman kopi bagi rakyat merupakan jaminan kelangsungan hidupnya prinsip *safety first* merupakan pedoman utama bagi petani. Adanya perbedaan tempat dan perilaku menimbulkan perbedaan dalam produksi dan mutu kopi yang dihasilkan. Mutu kopi Indonesia terutama kopi rakyat hingga saat ini masih menjadi masalah karena mutunya yang dinilai kurang baik oleh negara konsumen.

2.4 Konsep Pembangunan Berkelanjutan pada Agroindustri Kopi Rakyat

Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini dengan memperhatikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya (WCED 1987 diacu dalam Munasinghe 1993). Konsep ini mencakup 3 perspektif utama yaitu ekonomi, sosial dan lingkungan. Ekonomi mengarah pada peningkatan kesejahteraan manusia, terutama peningkatan konsumsi barang dan jasa. Domain lingkungan memfokuskan pada perlindungan dari integritas dan daya lenting sistem ekologis. Domain sosial menekankan pada pengayaan hubungan antara

manusia, pencapaian aspirasi kelompok dan individu, serta memperkuat institusi dan nilai sosial (Munasinghe 2010).



Gambar 2.6 Elemen pembangunan berkelanjutan

Pembangunan dalam kerangka keberlanjutan, digambarkan sebagai proses untuk meningkatkan kesempatan yang memungkinkan manusia secara individu dan komunitas untuk mencapai aspirasinya dan seluruh potensinya dalam periode waktu yang mendukung, dengan menjaga daya lenting (resiliensi) dari sistem ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pembangunan berkelanjutan membutuhkan peningkatan kapasitas adaptif dan kesempatan untuk memperbaiki sistem ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dalam pembangunan berkelanjutan terjadi proses perubahan yang didalamnya terdapat upaya eksploitasi sumber daya, arah investasi, orientasi pengembangan teknologi, dan perubahan kelembagaan dalam keadaan selaras serta berupaya meningkatkan potensi masa kini dan masa depan untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia (Munasinghe 2010).

Keberlanjutan ekonomi mencari untuk memaksimalkan aliran pendapatan yang dapat dibangkitkan dengan upaya sedikitnya dalam menjaga keberadaan asset(kapital) yang menghasilkan *output* yang menguntungkan. Keberlanjutan lingkungan menitikberatkan pada kelangsungan hidup menyeluruh dan fungsi dari sistem alami. Keberlanjutan sosial umumnya merujuk pada perbaikan keberadaan manusia dan seluruh kesejahteraan sosial yang menghasilkan peningkatan dalam kapital sosial. Sistem sosioekonomik-ekologis dapat menyusun sekaligus menjaga tingkat keragaman yang

menjamin daya lenting dari ekosistem dimana konsumsi dan produksi manusia tergantung padanya (Munasinghe 2010).

Paradigma pembangunan berkelanjutan telah diterapkan secara luas pada berbagai sektor maupun bidang, definisi keberlanjutan secara operasional mempunyai berbagai dimensi yang luas (Glavic dan Lukman 2007). Meskipun demikian, menurut Pulselli *et al.* (2008), konsep keberlanjutan masih menunjukkan ketidakkonsistenan terkait pelaksanaan antara pemerintah dengan swasta, terutama terkait dengan prioritas tujuan yang akan dicapai, aspek sosial ekonomi, dan perbedaan pemahaman waktu antara siklus ekonomi dan politik.

Beberapa prinsip dan aturan telah dihasilkan untuk memudahkan pelaksanaan konsep keberlanjutan. Sebagai contoh adalah Daly (1990) diacu *dalam* Pulselli *et al.* (2008), menjelaskan beberapa prinsip dasar keberlanjutan adalah: (a) penggunaan sumber daya alam yang tidak boleh melebihi kemampuan regenerasinya, (b) emisi yang dihasilkan dari proses produksi dan konsumsi tidak boleh melebihi kemampuan absorpsi dan kapasitas regenerasi dari ekosistem, (c) penggunaan sumber daya yang tidak terbaharukan haruslah melahirkan kompensasi terhadap substitusi penggunaan sumberdaya terbarukan yang mencukupi.

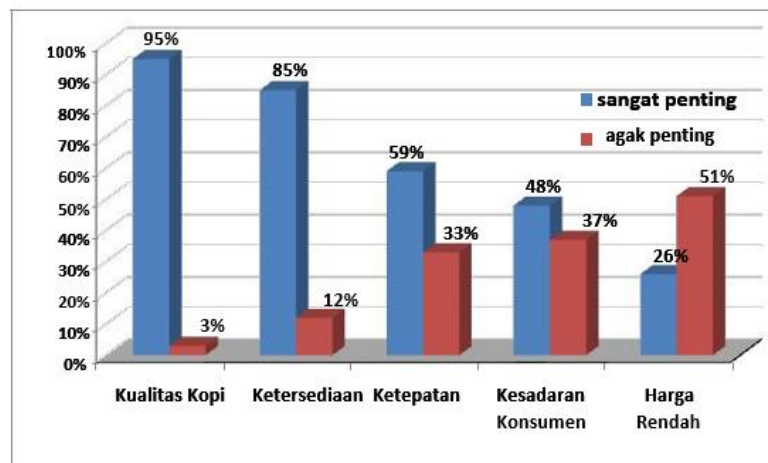
Daly (1992) diacu *dalam* Pulselli *et al.* (2008), mengajukan 3 kriteria untuk melakukan evaluasi terhadap pelaksanaan pembangunan berkelanjutan, yaitu, (1) aktivitas manusia yang dilakukan dalam skala keberlanjutan, (2) efisiensi alokasi sumber daya, yang mencakup pula sumber daya ekologi yang langka secara ekonomi, dan (3) distribusi hasil yang seimbang. Terdapat sejumlah kerangka penilaian keberlanjutan yang telah dikembangkan. Menurut Singh *et al.* (2009), indikator dan indikator gabungan telah banyak digunakan sebagai alat untuk pengambilan kebijakan dan menilai penampilan dari perkembangan lingkungan, ekonomi, sosial, dan teknologi. Indikator ini dibangun dari nilai-nilai dan pengetahuan yang dibentuk oleh manusia dan digunakan untuk memberikan kesimpulan, pemusatan dan pertimbangan terhadap kompleksitas lingkungan yang dinamis dapat memberikan sejumlah informasi yang bermakna.

Indikator dapat membantu menentukan keputusan terbaik dan paling efektif dengan menyederhanakan, memperjelas, dan menggabungkan berbagai informasi yang tersedia bagi pemegang kebijakan. Indikator juga dapat membantu menghubungkan pengetahuan sosial dan fisik dapat digunakan untuk mengukur dan mengkalibrasi perkembangan yang ada menuju tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan. Indikator juga dapat berfungsi sebagai peringatan awal untuk mencegah kemunduran

dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Indikator juga merupakan alat yang sangat bermanfaat untuk mengkomunikasikan ide, pemikiran, dan nilai-nilai. Pemilihan terhadap indikator secara lebih luas ditentukan oleh tujuan pembuatan indikator tersebut (United Nations 2007).

Penilaian keberlanjutan dalam sektor usaha ataupun industri telah dipusatkan pada studi keberlanjutan proses pengolahan dalam industri. Menurut Adams dan Ghaly (2007), penilaian keberlanjutan dalam industri spesifik umumnya berdasarkan tiga pilar keberlanjutan yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial. Menurut Reed (1997) diacu dalam Adams dan Ghaly (2007), keberlanjutan sistem lingkungan berarti: (a) kestabilan sumber daya yang menjadi basis usaha industri, (b) mencegah usaha eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya yang dapat pulih, (c) pengurangan terhadap sumber daya yang tidak dapat pulih hanya apabila dapat dilakukan investasi untuk sumber daya substitusi.

Labuschagne *et al.* (2005); Hall (2000) dan Pauli (1998) diacu dalam Adams dan Ghaly (2007), menggariskan poin-poin keberlanjutan ekonomi meliputi hal-hal sebagai berikut; (a) sistem ekonomi yang berkelanjutan harus mampu menghasilkan barang dan jasa secara terus menerus, (b) adanya penjagaan terhadap tingkat pengelolaan oleh pemerintah dan investor luar, (c) menghindari ketidakseimbangan antara sektor pertanian dan produksi industri, (d) peningkatan efisiensi dalam penggunaan sumber daya alam, dan (e) peningkatan nilai tambah produk dari sumber-sumber tersebut.



Gambar 2.7 Penilaian atribut kepentingan pembelian kopi berkelanjutan

Sumber: Giovannucci 2001

Reed (1997) diacu dalam Adams dan Ghaly (2007), menekankan pentingnya kestabilan sistem sosial secara berkelanjutan agar tercapainya kesamaan dalam distribusi dan kesempatan dalam jasa sosial seperti kesehatan dan keamanan, kesamaan gender dan

kekuasaan, akuntabilitas politik dan partisipasi serta laju populasi yang berkelanjutan. Keberlanjutan kelembagaan menurut UN (1992) dan Spangenberg *et al.* (2002) diacu dalam Adams dan Ghaly (2007) meliputi kerangka dan kapasitas kelembagaan yang memusatkan pada keberadaan organisasi kelembagaan dan sistem yang mendukung keberlanjutan pembangunan dan adanya efektivitas dari organisasi. Oleh karena itu untuk membangun suatu kerangka penilaian keberlanjutan, metodologi yang mencakup seluruh dimensi keberlanjutan merupakan langkah pertama yang harus dibangun.

Menurut Giovannucci (2001), alat penilaian keberlanjutan pertanian kopi saat ini yang telah dilakukan adalah melalui pemberian sertifikasi *Organic*, *ShadeCoffee*, dan *Fair Trade*. Meskipun belum sepenuhnya menjamin perlindungan terhadap lingkungan, dan sosial, tetapi melalui sertifikasi ini, kopi yang diperdagangkan mendapat harga premium. Hal ini merupakan langkah awal untuk memberikan manfaat lingkungan, ekonomi, dan sosial bagi produsen (petani kopi). Pencapaian kopi berkelanjutan berarti seorang produsen yang berkelanjutan harus memenuhi tujuan lingkungan dan sosial jangka panjang serta mampu bersaing secara efektif dengan pelaku pasar lainnya untuk mencapai harga yang mampu menutupi biaya produksi dan memungkinkan baginya untuk menerima margin keuntungan dari perdagangan produk kopi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembelian kopi yang berkelanjutan disajikan pada **Gambar 2.7** Kualitas atau mutu kopi merupakan landasan untuk mencapai keberlanjutan. Hal ini didasarkan pendapat bahwa keberlanjutan pertanian kopi dapat dicapai melalui pemeliharaan tanaman kopi dan produk kopi yang berkualitas baik. Melalui kualitas kopi yang memadai, petani akan mampu bersaing secara kompetitif. Meskipun terkadang pasar tidak selalu menghargai kopi yang bermutu tinggi, dibutuhkan standar mutu kopi. Importir, distributor, pengecer, dan penjual kopi bubuk belum sepenuhnya terlibat untuk meningkatkan keberlanjutan kopi. Hal ini dimungkinkan karena industri hilir telah mendapatkan manfaat dari peningkatan kualitas dan harga premium dari sertifikasi kopi. Keberlanjutan usaha pertanian kopi haruslah terus diusahakan agar terdapat sinergi antara petani dan pasar.

Indonesia merupakan salah satu negara di Asia yang memperoleh sertifikasi kopi berkelanjutan dengan dominasi kopi organik sekitar 24%. Persyaratan utama yang harus dilakukan oleh petani organik adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan dan mempertahankan kesuburan tanah melalui pengomposan dan metode alamiah lainnya seperti penanaman tanaman penyumbang nitrogen ataupun pupuk hewani.

2. Menggunakan metode ekologis untuk mengontrol hama dan penyakit daripada menggunakan pestisida atau fungisida kimia.
3. Memberikan perlindungan terhadap burung-burung dan hewan yang berada di perkebunan kopi.
4. Melindungi keragaman tanaman dengan penanaman tanaman selain tanaman kopi.
5. Meminimalkan erosi tanah dan melakukan penjagaan areal hutan
6. Menyediakan keamanan ekonomi di daerah perdesaan dengan menyediakan pekerjaan padat karya terutama pada saat panen dan menumbuhkan berbagai varietas tanaman pangan yang bermanfaat.
7. Meminimalkan pencemaran dari limbah cair pengolahan kopi dengan mengurangi penggunaan air, melakukan resirkulasi air jika memungkinkan, dan menerapkan sistem anaerobik untuk menghasilkan air bersih setelah pemanfaatannya.
8. Mengikuti standar organik yang ketat untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas dan memenuhi persyaratan sertifikasi organik.
9. Melindungi dan mempertahankan keberadaan pertanian tradisional yang telah dibangun berdasarkan keselarasan dengan alam.

Dengan demikian pengusahaan agroindustri kopi yang berkelanjutan hendaknya diupayakan berdasarkan persyaratan sertifikasi pertanian kopi yang berkelanjutan. Menurut Pujiyanto (2007), konsep produksi kopi berkelanjutan pada dasarnya mengacu pada konsep pertanian berkelanjutan. Pertanian berkelanjutan adalah pengelolaan sumber daya alam dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus berubah dan sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan, dan melestarikan sumber daya alam. Sistem produksi kopi yang berkelanjutan memiliki 4 dimensi, yaitu dimensi lingkungan fisik, dimensi ekonomi, dimensi sosial serta dimensi kesehatan. Dimensi lingkungan fisik meliputi kelestarian lahan (tanah, air, dan sumberdaya genetik flora dan fauna) dan kelestarian produksi kopi. Dimensi ekonomi adalah adanya saling ketergantungan dan saling menguntungkan antar pelaku agribisnis kopi. Dimensi sosial meliputi dampak sosial agribisnis kopi serta kesejahteraan petani dan karyawan yang terlibat dalam agribisnis kopi. Dimensi kesehatan berarti tidak berdampak negatif terhadap kesehatan. Dengan demikian terdapat 3 ciri agroindustri kopi rakyat yang berkelanjutan.

1. Produktivitas dan keuntungan dapat dipertahankan atau ditingkatkan dalam waktu yang relatif lama memenuhi kebutuhan manusia pada masa sekarang atau masa mendatang.

2. Sumberdaya alam khususnya sumber daya pertanian kopi rakyat yang menghasilkan bahan baku agroindustri kopi rakyat dapat dipelihara dengan baik dan bahkan terus ditingkatkan karena keberlanjutan agroindustri tersebut sangat tergantung dari tersedianya bahan baku.
3. Dampak negatif dari adanya pemanfaatan sumber daya alam dan adanya agroindustri kopi dapat diminimalkan.

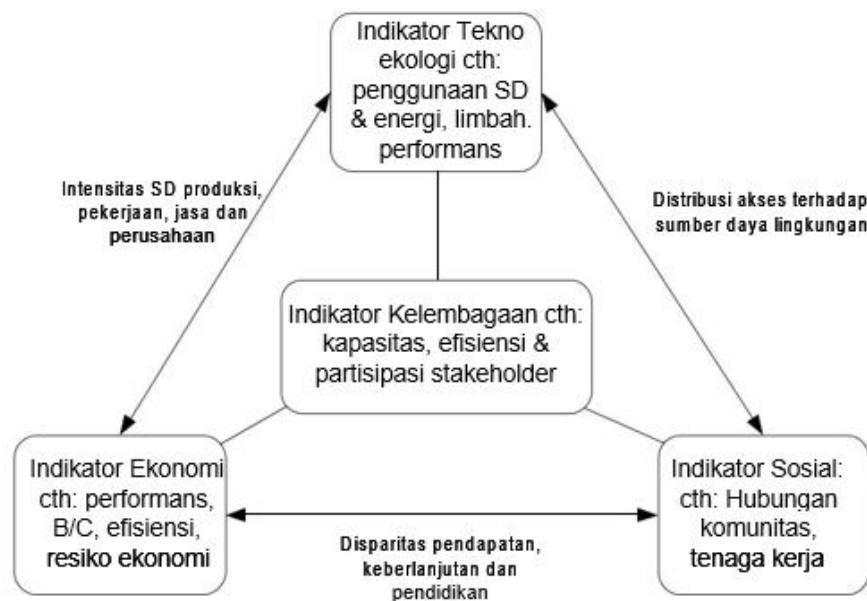
Teknologi memainkan peran sangat penting dalam pembangunan pertanian kopi berkelanjutan karena teknologi merupakan salah satu jalan yang sangat penting dalam berinteraksi dengan lingkungan. Dengan teknologi, sumberdaya alam dieksplorasi, memodifikasinya untuk kepentingan manusia, dan mengadaptasinya dengan ruang untuk manusia. Penggunaan teknologi mampu memberikan perubahan drastis dalam kualitas kehidupan banyak orang. Teknologi yang berkelanjutan merupakan suatu cara untuk memajukan kehidupan sosial menuju keberlanjutan. Teknologi berkelanjutan merupakan solusi praktis untuk mencapai pembangunan ekonomi dan kepuasan manusia agar selaras dengan

lingkungan. Teknologi ini haruslah mendukung, berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan melalui pengurangan resiko, meningkatkan efektifitas biaya, meningkatkan efisiensi proses, dan menciptakan proses, produk atau jasa yang secara lingkungan menguntungkan, tidak membahayakan, dan menguntungkan bagi manusia. Teknologi yang berkelanjutan haruslah memenuhi karakteristik berikut.

1. Meminimalkan konsumsi bahan baku dan energi. Penggunaan energi dan sumber daya tidak terbaharukan haruslah diminimalkan karena konsumsi sumberdaya telah mencakup peningkatan kekacauan material dan energi, menurunkan kemampuan penggunaannya di masa depan. Melalui pemanfaatan material dan energi untuk proses konsumsi berarti menurunkan potensi penggunaannya untuk generasi saat ini dan mendatang. Oleh karena itu, penggunaan sedikit mungkin bahan dan energi "*doing more with less*," merupakan tujuan mendasar dari keberlanjutan.
2. Menjaga kepuasan manusia. Teknologi yang berkelanjutan haruslah mampu memenuhi kebutuhan populasi. Dengan demikian dibutuhkan teknologi yang mampu menyesuaikan keinginan manusia dan perbedaan budaya. Kemungkinan terjadinya konflik antara kriteria lingkungan dan ekonomi haruslah dapat dikompromikan tanpa harus mengabaikan kebutuhan manusia. Pemenuhan keinginan berarti perbedaan antara bertahan untuk hidup dan kehidupan.

3. Meminimalkan dampak negatif lingkungan. Merupakan hal yang penting untuk meminimalkan dampak negatif dan memaksimalkan dampak positif lingkungan sebagai tujuan yang penting karena lingkungan terdiri dari ekosistem yang harus mampu mendukung kehidupan manusia di bumi. Keberlanjutan ras manusia membutuhkan pemeliharaan dan penjagaan ekosistem untuk melakukan penjagaan keanekaragaman, habitat yang memadai dan daya lenting ekosistem.

Berkaitan dengan pemanfaatan teknologi dalam suatu usaha industri maka kerangka keberlanjutan menurut Spangenberg dan Bonniot (1998) diacu *dalam* Adams dan Ghaly (2007) dapat digunakan seperti yang disajikan pada **Gambar 2.8**. Berdasarkan Kerangka Wuppertal, semua teknologi yang digunakan serta kelembagaan yang terlibat dalam proses pembangunan diarahkan untuk memenuhi kepentingan manusia masa sekarang maupun masa mendatang. Jadi teknologi yang digunakan sesuai dengan daya dukung sumber daya alam, tidak ada degradasi lingkungan, secara ekonomi menguntungkan, dan secara sosial diterima oleh masyarakat.



Gambar 2.8 Indikator keberlanjutan Kerangka Wuppertal (Spangenberg dan Bonniot 1998) diacu *dalam* Adams dan Ghaly (2007)

Menurut Pelupessy (2003), berdasarkan studi yang dilakukan oleh Nestel tahun 1995 mengenai aktivitas perkopian di Mexico, penerapan sistem ekologis dan sosial ekonomi masih dilakukan secara terpisah dan hanya terhubung saat berkaitan dengan aktivitas petani produsen. Pemanfaatan teknologi dalam aktivitas pengolahan kopi masih memiliki potensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu

perlu dipetakan dampak lingkungan utama untuk setiap tahapan aktivitas pengolahan dalam sistem *input output* pengolahan kopi

2.5 Proses Pengolahan Kopi

Proses pengolahan kopi adalah tahapan yang mengubah buah kopi setelah panen menjadi biji kopi yang dapat diperdagangkan (biji kopi beras). Menurut Mulato *et al.* (2006), buah kopi atau kopi gelondong basah adalah buah kopi hasil panen dari kebun, kadar airnya masih berkisar antara 60-65% dan biji kopinya masih terlindung oleh kulit buah, daging buah, lapisan lendir, kulit tanduk, dan kulit ari. Biji kopi beras adalah biji kopi yang sudah dikeringkan dengan kadar air berkisar antara 12 – 13%. Biji kopi ini telah mengalami beberapa tingkat proses pengolahan sudah terlepas dari daging buah, kulit tanduk, dan kulit arinya.

Secara umum pengolahan kopi dapat dilakukan melalui dua cara yaitu pengolahan kering dan basah. Pengolahan kopi secara basah biasa disebut W.I.B (*West Indische Bereiding*), sedangkan pengolahan kering disebut O.I.B (*OostIndische Bereiding*) atau disebut pula dengan cara G.B (*Gawone Bereiding*)(Ciptadi dan Nasution 1985). Menurut Najiyati dan Danarti (2006), pengolahan kering terutama ditujukan untuk kopi Robusta. Di perkebunan besar, pengolahan kering hanya digunakan untuk kopi berwarna hijau, kopi rambang dan kopi yang terserang bubuk. Selain pengolahan basah dan pengolahan kering, saat ini dikenal metode pengolahan semi basah (*semi wet method*) yang terutama dilakukan di Brazil.

2.6 Proses Pengolahan Kering

Pengolahan kering dibagi beberapa tahap, yaitu sortasi gelondong, pengeringan, dan pengupasan. Tahap pengupasan kulit (*hulling*) pada pengolahan kering agak berbeda dengan pengolahan basah. Pada pengolahan kering, *hulling* bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit ari. Umumnya proses pengolahan kering membutuhkan waktu 2 minggu dan hanya dapat dilakukan di daerah yang beriklim kering dan panas (Winston *et al.* 2005).

Menurut Clarke dan Macrae (1989), pengolahan kering adalah metode yang paling lama digunakan. Metode ini mudah dikerjakan dan membutuhkan lebih sedikit mesin, lebih ekonomis dan sederhana dibandingkan pengolahan basah. Pengolahan dilakukan dengan pengeringan pada seluruh buah. Terdapat 3 langkah dasar pengolahan kering yaitu pembersihan, pengeringan, dan pengulitan. Buah yang telah dipanen disortir

dan dibersihkan untuk memisahkan yang belum matang, terlalu matang dan buah rusak serta untuk menghilangkan kotoran, tanah, ranting, dan daun. Kemudian buah kopi dihamparkan di bawah sinar matahari baik di atas semen, bata atau di atas tikar dengan ketebalan lapisan tidak lebih dari 5 cm. Pengadukan dengan menggaruk atau pembalikan dilakukan beberapa kali untuk mencapai efisiensi pengeringan. Proses ini dapat menghabiskan waktu 4 minggu sebelum buah kering dengan kandungan air maksimum 12,5% tergantung pada kondisi cuaca (Clifford dan Wilson 1985). Pada perkebunan besar, mesin pengering sesekali dapat digunakan untuk mempercepat proses setelah kopi melalui pengeringan awal di bawah sinar matahari selama beberapa hari.

Proses pengeringan merupakan tahap terpenting pada pengolahan kering karena dapat memberikan efek pada kualitas akhir biji kopi beras. Kopi yang terlalu kering akan mengkerut dan menghasilkan terlalu banyak biji hancur pada saat pengupasan. Kopi yang tidak kering memiliki kadar air tinggi dan cenderung cepat rusak akibat serangan jamur dan bakteri. Sebelum dijual, buah kering dikuliti, disortasi, dan diklasifikasi (*grading*). Semua lapisan luar buah kering dibuang pada pemrosesan di mesin pengupasan. Sebagian besar kopi Robusta diproses dengan metode ini. Akan tetapi metode ini sebaiknya tidak digunakan di daerah yang memiliki curah hujan tinggi karena kelembaban yang tinggi ataupun frekuensi hujan yang tinggi selama pemanenan. Biji kopi hasil pengolahan kering umumnya tidak seragam terutama yang berasal dari kopi rakyat harganya lebih rendah daripada biji kopi hasil pengolahan basah.

Di beberapa daerah di Jawa Timur, pengolahan kering dilakukan dengan terlebih dahulu memecah kulit buah kopi. Setelah pemanenan, buah dipecah dengan mesin pemecah (*kneuzer*) yang bersih. Kemudian buah dihamparkan di alas/lantai jemur dengan ketebalan < 4cm. Buah pecah kulit tidak boleh dijemur langsung di atas tanah karena biji dapat terserang jamur. Proses pengeringan dituntaskan hingga kadar air 12%. Waktu pengeringan pada metode olah kering dengan buah pecah kulit umumnya lebih cepat dibandingkan metode olah kering umumnya, akan tetapi membutuhkan penanganan khusus untuk mencegah timbulnya jamur (Ismayadi dan Zaenudin 2003).

2.7 Pendekatan Konsep Produksi Bersih

Perencanaan agroindustri kopi berkelanjutan terdiri dari 2 elemen utama yaitu pembangunan agroindustri kopi dan keberlanjutan. Untuk menuju pembangunan berkelanjutan, pembangunan agroindustri hendaknya dilandasi konsep keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan perkebunan kopi. Hal ini berarti kegiatan agroindustri

kopi sebagai salah satu kegiatan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi hendaknya dilaksanakan tanpa harus menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.

Teknologi di dalam agroindustri adalah faktor penting untuk mendukung daya saing internasional dan salah satu unsur dasar dalam meningkatkan produktivitas, memperbaiki produk dan meningkatkan nilai tambah yang tinggi (Mangunwidjaja dan Sailah 2005). Oleh karena itu pemilihan teknologi dalam proses pengolahan kopi sebaiknya juga didasarkan atas kriteria ekonomi meliputi nilai tambah, kesempatan kerja, orientasi ekspor dan potensi bagi pengembangan selanjutnya. Menurut Mawardi (2008), salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membangun daya saing komoditas kopi rakyat, adalah membangun sistem produksi yang kompetitif. Sistem produksi yang dibangun sekurang-kurangnya mampu menghasilkan tiga hal, yaitu; (1) jumlah produksi minimal yang dibutuhkan pasar, (2) memberikan jaminan mutu dan keamanan pangan, serta (3) memberikan jaminan pasok yang berkelanjutan.

Konsep Produksi Bersih berkaitan erat dengan Konsep Pembangunan Berkelanjutan karena merupakan suatu jalan menuju pembangunan ekonomi dan pemanfaatan teknologi yang ramah terhadap lingkungan. Dengan demikian dalam aplikasinya, produksi bersih terkait erat dengan Agenda 21 dan merupakan suatu jalan menuju pembangunan ekonomi dan pemanfaatan teknologi (IPTEK) yang ramah terhadap lingkungan. Produksi bersih (*cleaner production*) diartikan sebagai pendekatan operasional ke arah pengembangan sistem produksi dan konsumsi, yang dilandasi suatu pendekatan pencegahan bagi perlindungan lingkungan (Pudjiastuti 1999). Berdasarkan definisi UNEP (1994), produksi bersih adalah aplikasi secara kontinyu dari suatu strategi pencegahan lingkungan terhadap proses dan produk untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan. Program produksi bersih merupakan upaya proaktif dalam sistem produksi untuk tidak melakukan tindakan dan proses apa pun, sebelum yakin benar bahwa produknya nanti akan lebih bersih dan ramah terhadap lingkungan hidup.

Bagi proses produksi, produksi bersih meliputi peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam pemakaian bahan baku, energi, dan sumberdaya lainnya, menghapuskan bahan baku beracun dan mengurangi jumlah dan toksisitas semua emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses. Bagi produk, strategi dititikberatkan pada pengurangan dampak selama daur hidupnya mulai dari pengadaan bahan baku sampai pembuangan. Pada jasa, produksi bersih menitikberatkan pada upaya penggunaan proses 3R (*reduce, reuse, dan recycle*) secara menyeluruh pada setiap kegiatannya, mulai dari penggunaan

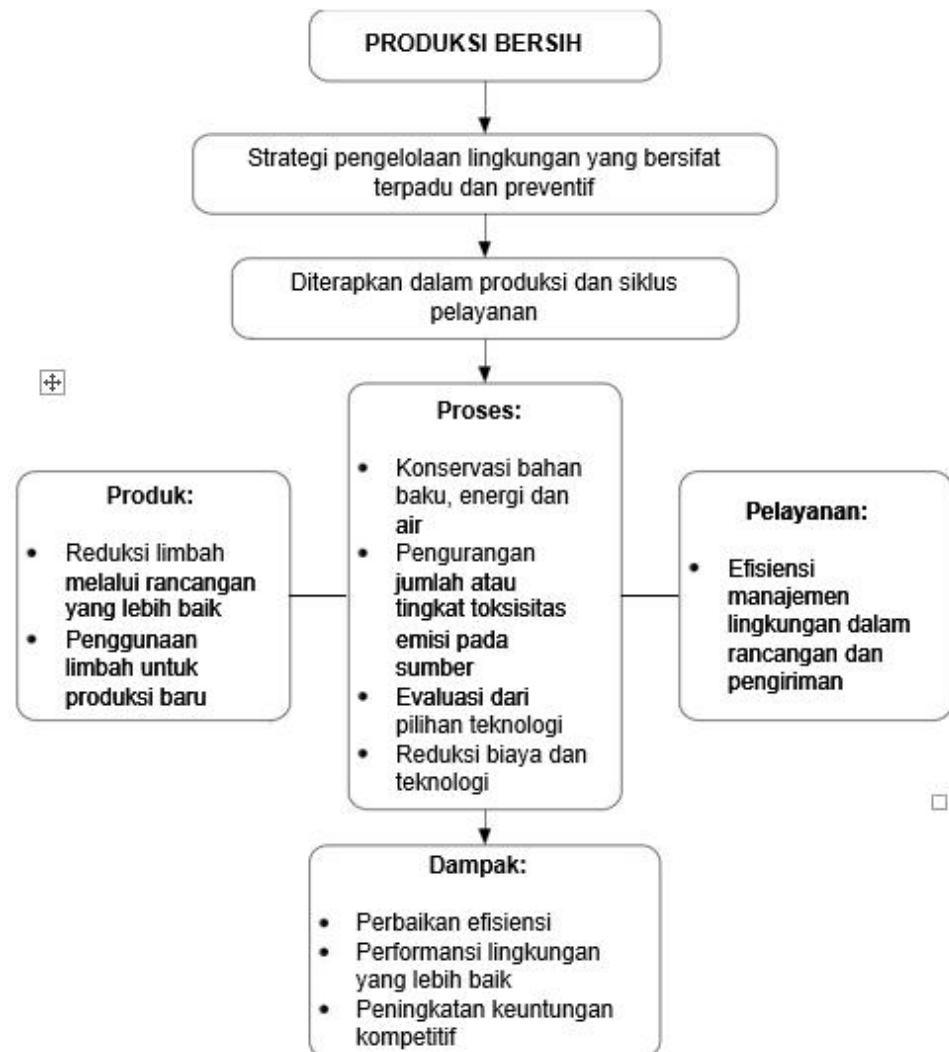
bahan bakuhingga pembuangan akhir. Menurut definisi *Indonesia Cleaner Industrial Production (ICIP) dalam* Noor (2006), produksi bersih adalah segala upaya yang dapat mengurangi jumlah bahan berbahaya, polutan atau kontaminan yang terbuang melalui saluran pembuangan limbah atau terlepas ke lingkungan (termasuk emisi-emisi yang cepat menguap di udara), sebelum didaur ulang, diolah atau dibuang.

Penerapan praktek-praktek produksi bersih dalam agroindustri dapat membantu menghemat bahan baku dan energi, memastikan pengurangan atau penghapusan bahan beracun, serta mengurangi jumlah, dan toksisitas emisi dan limbah selama proses produksi. Pendekatan produksi bersih dapat diterapkan melalui daur ulang, modifikasi proses, perbaikan operasional, dan perubahan *input*. Pencegahan pencemaran melalui penerapan teknologi bersih memiliki tujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan memberikan tingkat efisiensi yang lebih baik pada penggunaan bahan baku, energi dan air, mendorong performansi lingkungan yang lebih baik dengan rancangan yang ramah lingkungan namun efektif dari segi biaya (UNIDO 2002 diacu *dalam* Indrasti dan Fauzi 2009). Ruang lingkup produksi bersih disajikan dalam **Gambar 2.9**.

Korhonen (2004) diacu *dalam* Adams dan Ghaly (2005), menjelaskan bahwa produksi bersih adalah tahapan awal untuk mengaplikasikan kerangka ekologi industri dalam suatu industri. Produksi bersih meminimalkan limbah yang dihasilkan dari proses produksi melalui metoda mengurangi jumlah sumber daya yang digunakan dan meningkatkan produktivitasnya. Produksi bersih merupakan jembatan konseptual yang menghubungkan antara industrialisasi dan keberlanjutan (Geiser 2001). Produksi bersih telah menjadi promotor teknologi yang ramah lingkungan. Inovasi teknologi yang ramah lingkungan (teknologi bersih) meliputi pengkajian proses dan bahan baku yang dilakukan sedemikian rupa hasil samping dan limbah yang ditimbulkan tidak mencemari lingkungan.

Teknologi produksi bersih merupakan gabungan antara teknik pengurangan limbah pada sumber pencemar (*source reduction*) dan teknik daur ulang. Dalam produksi bersih, limbah yang dihasilkan dalam keseluruhan proses produksi merupakan indikator ketidakefisienan proses produksi. Oleh karena itu apabila dilakukan optimasi proses, limbah yang dihasilkan juga akan berkurang. Aplikasi teknologi bersih dalam tahapan proses produksi mencakup beberapa modifikasi terhadap teknologi yang digunakan. Modifikasi teknologi untuk mereduksi penggunaan bahan baku, energi dan limbah yang dihasilkan apabila dilakukan sejak awal dapat meningkatkan keuntungan. Akan tetapi jika tidak memungkinkan untuk melakukan modifikasi teknologi sejak awal, maka perlu

diterapkan upaya-upaya pencegahan pencemaran. Upaya pencegahan pencemaran berbeda dengan teknologi “*end of pipe*” dimana pencemaran yang terjadi baru ditangani setelah diproduksi. Pada pencegahan pencemaran, terdapat prioritas pengelolaan semua jenis keluaran (*output*) limbah dari proses industri. Keluaran yang dikelola meliputi limbah air, padat, dan gas terutama yang termasuk kategori limbah B3.



Gambar 2.9 Definisi dan ruang lingkup produksi bersih (UNIDO 2002 diacu dalam Indrasti dan Fauzi 2009)

Menurut Pudjiastuti (1999), aspek keuntungan lingkungan dan ekonomis yang dapat dicapai melalui penerapan konsep produksi bersih.

- Peningkatan mutu produk
- Peningkatan efisiensi proses produksi
- Peningkatan efisiensi penggunaan energi dan penurunan penggunaan utilitas
- *Standard Operation Procedure* (SOP) lebih baik

- Hasil/produk meningkat
- Menurunkan resiko kerugian lingkungan dan kesehatan masyarakat
- Menurunkan biaya operasi
- Memperbaiki citra perusahaan
- Mengurangi dampak terhadap lingkungan
- Memperbaiki manajemen dalam perusahaan



Gambar 2.10 Teknik-teknik produksi bersih (USAID 1997 diacudalamIndrastidan Fauzi 2009).

Kendala yang dapat dihadapi dalam penerapan produksi bersih pada industri antara lain adalah:

1. Kendala ekonomi yang timbul apabila kalangan usaha tidak mendapatkan keuntungan dalam penerapan produksi bersih. Contohnya adalah biaya tambahan peralatan dan besarnya modal atau investasi dibandingkan upaya pengontrolan pencemaran secara konvensional
2. Kendala teknologi yang timbul karena kurangnya sosialisasi atau penyebaran informasi mengenai konsep produksi bersih, penerapan sistem baru, dan tidak memungkinkan adanya penambahan peralatan karena keterbatasan ruang kerja atau produksi.
3. Kendala sumberdaya manusia berupa kurangnya dukungan dari pihak manajemen puncak, keengganan untuk berubah, baik secara individu maupun organisasi,

lemahnya komunikasi internal tentang proses produksi yang baik, pelaksanaan manajemen organisasi perusahaan yang kurang fleksibel, birokrasi yang sulit, dan kurangnya dokumentasi dan penyebaran informasi.

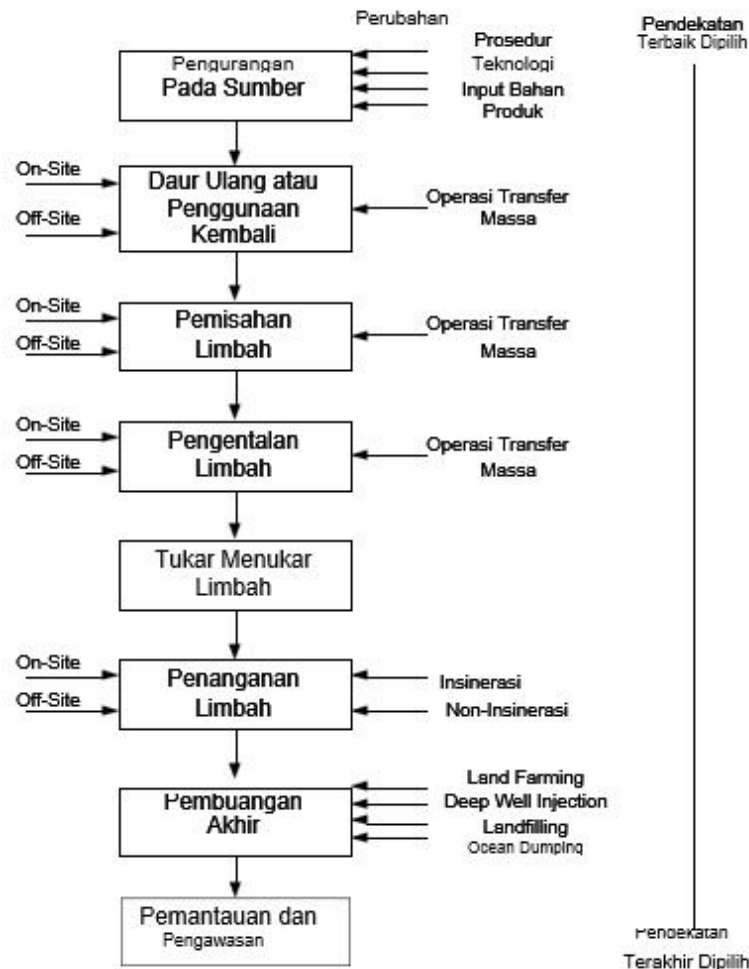
Setiap bahan baku yang diolah senantiasa akan menghasilkan produk dan hasil samping berupa limbah. Limbah yang dihasilkan haruslah diminimalkan. Menurut OECD (2000) diacu *dalam* Indrasti dan Fauzi (2009), minimisasi limbah merupakan suatu kegiatan pencegahan dan pengurangan pada bahan untuk meningkatkan kualitas dari limbah akhir yang dihasilkan dari berbagai proses yang berlangsung hingga pembuangan akhir

Berdasarkan hirarki minimisasi limbah, tindakan yang sering dilakukan.

1. Upaya mengurangi atau meniadakan pembentukan limbah di sumbernya dalam lingkungan operasi industri sebagai contoh *in-process* dan *closed loop recycling*.
2. Menggunakan kembali (*re-use*) ataupun daur ulang (*recycle*) limbah di lokasi pabrik atau di tempat lain jika diperlukan.
3. Menggunakan teknologi pengolahan yang aman untuk mengurangi limbah beracun, mobilitas atau volumenya. Pilihan ini umumnya masih menghasilkan residu padat yang menjadi masalah pada pilihan berikutnya.
4. Membuang limbah ke lingkungan setelah dilakukan penanganan terlebih dahulu atau disimpan dalam jangka panjang daripada melakukan pembuangan langsung ke udara, air ataupun tanah

Suatu organisasi produksi akan selalu melakukan perbaikan untuk mengembangkan usahanya. Dalam hal ini pilihan produksi bersih menjadi hal yang layak dipertimbangkan. Alasan pertama, adalah karena melalui program produksi bersih, mekanisme pengembangan secara kontinyu akan memberikan hasil terbaik yang dapat diimplementasikan dalam rancangan proses. Kedua, melalui tindakan produksi bersih, mungkin pada tahap awal tidak akan memberikan hasil langsung terhadap performa operasional, tetapi usaha perbaikan yang kontinyu akan memberikan dampak signifikan pada implementasi produksi bersih. Menurut Tseng *et al.* (2006), pelaksanaan program produksi bersih di Taiwan, pada awalnya terkait dengan peran manajemen dalam perusahaan sebagai penentu kebijakan. Namun akhirnya melalui perbaikan yang dilakukan secara kontinyu, tindakan produksi bersih memberikan pengaruh signifikan terhadap performa operasi perusahaan. Hal ini berarti tidak hanya berdampak di kalangan manajemen tetapi hingga ke level paling bawah.

Kasus serupa juga terjadi di Norway dimana usaha-usaha kecil dan menengah (UKM) pada awalnya tidak menerima konsep produksi bersih, karena keterbatasan sumber daya manusia. Namun saat ini, UKM di Norway tidak hanya memiliki sistem manajemen lingkungan yang menerapkan konsep produksi bersih, tetapi telah memiliki sistem akuntansi internal dan manajemen lingkungan, laporan praktek produksi bersih, pengembangan produk yang sadar lingkungan, LCA, serta menghasilkan produk lingkungan yang bermutu.

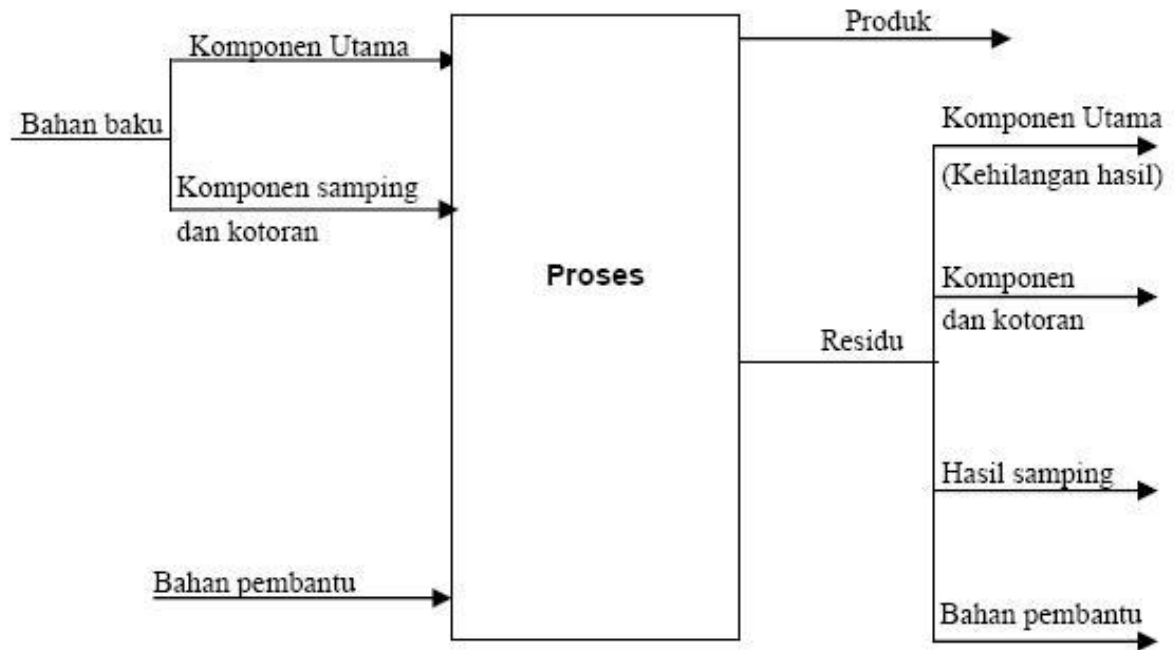


Gambar 2.11Hirarki minimisasi limbah (Theodore & Mc Guinn 1992).

2.8 Strategi Penanganan Limbah

Upaya penerapan teknologi bersih pada proses pengolahan kopi rakyat dianalisis melalui penentuan strategi yang tepat dalam mengelola limbah industri. Untuk mengetahui akar penyebab terbentuknya limbah perlu dilakukan analisis proses transformasi dan konversi bahan baku (*input*) menjadi produk (*output*) sebagaimana

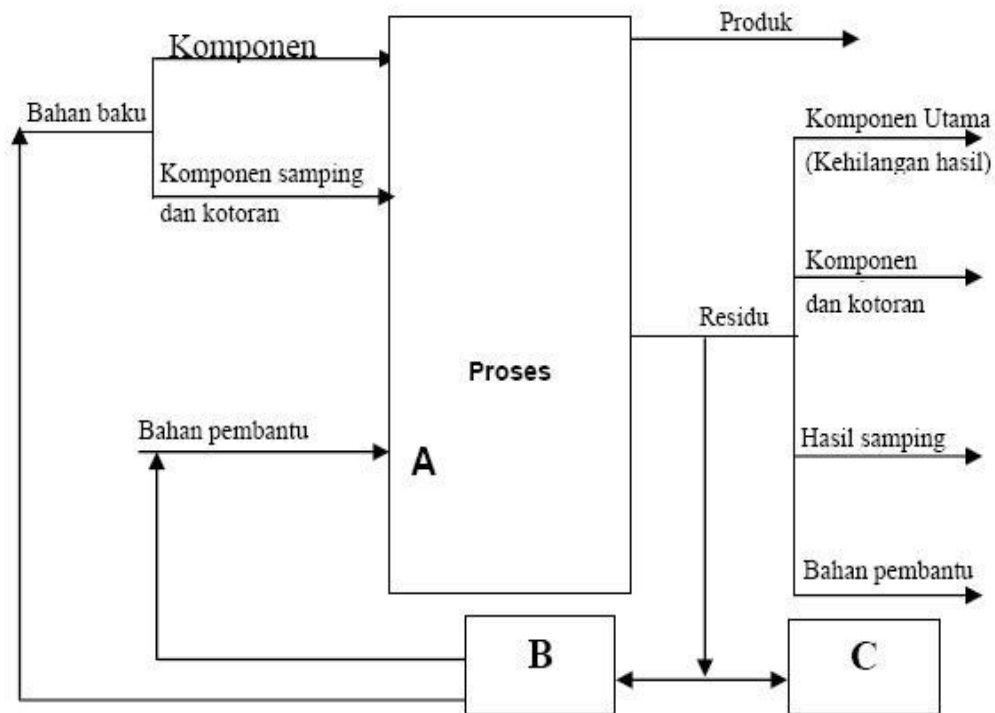
tercantum pada **Gambar 2.12** (Romli *et al.* 2003). Analisis proses transformasi memudahkan memahami mekanisme proses yang terjadi dalam pengolahan kopi.



Gambar 2.12 Diagram skematik proses transformasi dan konversi input menjadi produk output (Romli *et al.* 2003)

Strategi pengelolaan limbah yang dapat dilakukan pada proses transformasi mencakup tiga hal, yaitu upaya pengelolaan pada tahap proses, pemanfaatan internal dan pemanfaatan eksternal sebagaimana diilustrasikan pada **Gambar 2.13**. Pada tahapan proses perlu dilakukan berbagai upaya yang menjamin minimumnya kehilangan produk (*yield loss*). Ini meliputi penentuan tipe dan jenis teknologi yang digunakan, kondisi operasi dan proses yang optimum (misalnya suhu, tekanan, lama waktu, pH, dan lain-lain), jenis, dan tingkat kemurnian bahan baku dan reagen, dan desain serta spesifikasi produk yang akan dihasilkan. Upaya kedua yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan secara internal bahan-bahan yang masih bernilai ekonomi ataupun bahan yang masih dapat ditingkatkan nilai tambahnya, baik melalui proses daur ulang, pakai ulang ataupun perolehan kembali (*recovery*). Upaya ketiga pada dasarnya serupa dengan yang kedua, hanya saja pemanfaatannya secara eksternal. Hal ini memungkinkan pemanfaatan bahan-bahan yang masih berguna dalam suatu skala usaha yang lebih besar lebih layak secara ekonomi.

Berdasarkan diagram skematik di atas, maka neraca aliran bahan menjadi hal yang mendasar untuk mengukur aliran materi pada berbagai tahapan proses dalam sistem. Neraca massa digunakan untuk mengevaluasi konsumsi sumber daya dan pembangkitan limbah dari produk ataupun proses.



- A : Strategi Pencegahan Limbah yang Terintegrasi dalam Proses
- B : Pemanfaatan limbah internal
- C : Pemanfaatan limbah eksternal

Gambar 2.13 Diagram skematik strategi pengelolaan limbah (Romliet *al.*2003)

2.9 Penanganan Limbah Cair

Pemilihan metode penanganan limbah cair tergantung pada kualitas dan variasi dari sumber limbah yang akan ditangani dan tujuan dari upaya penanganan. Menurut Droste (1997), penanganan limbah cair yang umum dilakukan adalah dengan melakukan kombinasi penanganan fisika-kimia dan biologi. Meskipun demikian mungkin saja hanya dilakukan penanganan fisika-kimia. Beberapa contoh metode penanganan limbah cair adalah menggunakan karbon aktif, reaktor anaerobik, koagulasi-flokulasi, ekualisasi, penyaringan, filtrasi, insinerasi (pengabuan), sistem kolam, netralisasi, sedimentasi, dll.

Pencemaran limbah pengolahan kopi dapat menimbulkan ancaman terhadap lingkungan flora dan fauna. Beberapa proses pengolahan kopi yang ramah lingkungan telah dikembangkan dan diuji di berbagai negara penghasil kopi. Meskipun demikian pencemaran lingkungan terutama hanya dapat dikontrol melalui kombinasi upaya minimisasi limbah dan pengolahan limbah cair yang efektif. Pemanfaatan limbah hasil pengolahan kopi juga menjadi pilihan potensial untuk pengendalian pencemaran. Beberapa upaya penanganan limbah cair adalah untuk pengairan tanaman (irigasi), kolam pengendapan anaerobik, aerasi buatan, reaktor biogas, dan pembuangan ke lahan basah terkonstruksi.

Pembuangan limbah cair ke lahan basah terkonstruksi dapat dianggap sebagai metode termurah untuk penanganan air limbah kopi untuk proses pemupukan tanah. Akan tetapi metode ini dapat mengakibatkan pengasaman, penghambatan aliran air dan anaerobiosis jika sifat fisik tanah dan komposisi air limbah tidak diperhitungkan. Penanganan anaerob yang dioperasikan di reaktor kedap udara, dapat menjadi pilihan yang menarik untuk mengolah air limbah pengolahan kopi karena kemampuannya menghasilkan biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Akan tetapi metode ini dibatasi oleh variasi konsentrasi dan volume limbah karena proses anaerobik memerlukan kestabilan proses (Mendoza dan Rivera 1998).

2.10 Penanganan Fisika-Kimia

Menurut Droste (1997), beberapa penanganan fisika kimia yang dapat diterapkan untuk penanganan limbah cair adalah; penyaringan dan sedimentasi, aerasi, koagulasi dan flokulasi, filtrasi, adsorpsi karbon, dan netralisasi. Penyaringan dan sedimentasi merupakan metode yang mudah dan murah untuk diterapkan. Penyaringan terutama dilakukan untuk memisahkan material yang berukuran besar dan kasar sebelum memasuki saluran atau pipa. Sedimentasi merupakan proses pemisahan padatan tersuspensi dari air dengan

bantuan gravitasi. Sedimentasi merupakan proses yang paling sering dijumpai di hampir semua unit penanganan limbah cair (*Wastewater Treatment Plant* = WWTP) untuk mengurangi pencemar dari air

Tujuan dari proses penyaringan limbah cair adalah untuk memisahkan kontaminan yang tidak terlarut dari aliran air. Kontaminan ini dapat berupa partikel anorganik dan organik tersuspensi serta koloid. Proses penyaringan limbah cair yang mengandung konsentrasi partikel tersuspensi dan teremulsi tinggi dapat dilakukan melalui proses koagulasi flokulasi dan pemisahan padatan-cairan menggunakan flotasi, sedimentasi, atau filtrasi. Penanganan fisika kimia untuk partikel terlarut juga dapat dilakukan dengan proses adsorpsi, proses membran, dan pelunakan air.

Koagulasi dan flokulasi biasanya digunakan untuk penanganan air dan limbah cair. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel-partikel koloid. Partikel-partikel utama dilapisi oleh lapisan kimia yang melekatkan dan membentuk flok-flok berukuran lebih besar (aglomerasi) yang dapat mengendap beberapa waktu kemudian. Menurut Reynolds dan Richards (1996), koagulasi adalah penambahan koagulan pada putaran cepat yang menyebabkan destabilisasi padatan tersuspensi dan koloidal dan kemudian membentuk gumpalan awal dari partikel-partikel terstabilisasi. Flokulasi adalah pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung partikel yang goyah meningkatkan penyatuannya (aglomerasi) (Steel dan McGhee 1985). Tujuan proses ini adalah untuk meningkatkan efisiensi reduksi koloid dan partikulat dalam proses filtrasi dan pengendapan. Proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh susunan mineral, suhu, kecepatan, dan lama pengadukan serta sifat koagulan dan flokulan yang digunakan (Cohen dan Hannah 1971). Beberapa koagulan yang umum digunakan dalam penanganan limbah cair adalah alum $[Al_2(SO_4)_3]$, feri klorida $[FeCl_3]$, fero sulfat $[FeSO_4]$, dan beberapa polielektrolit seperti PAC (polialuminium klorida).

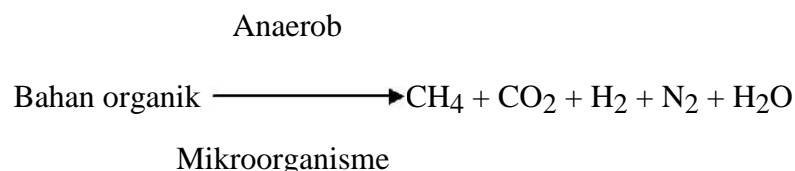
Saringan pasir (filtrasi) terutama banyak dilakukan untuk penanganan air bersih. Penurunan signifikan dari bakteri dan beberapa mikroba dapat terjadi dalam proses filtrasi. Pasir silika merupakan medium yang paling sering digunakan untuk penanganan air bersih (Droste 1997). Mekanisme yang dominan terjadi pada proses filtrasi adalah difusi dan sedimentasi. Efisiensi proses filtrasi tergantung pada area permukaan dari media. Filtrasi yang dikombinasikan dengan proses koagulasi flokulasi dapat menghasilkan air bersih dengan turbiditas rendah.

Karbon juga telah lama diketahui dapat menurunkan padatan terlarut dalam cairan. Karbon mampu mengadsorb substansi terlarut ke dalam celah-celah permukaannya yang porous. Karbon aktif merupakan adsorben dan material yang teradsorb adalah adsorbat. Karbon aktif paling sering digunakan untuk menyerap kontaminan organik, tetapi dapat juga digunakan untuk menyerap kontaminan anorganik dan logam toksik lainnya. Beberapa jenis karbon aktif adalah *granularactivated carbon* (GAC) dan *powdered activated carbon* (PAC). Pada saat karbonaktif telah mengalami kejenuhan pada proses penanganan, maka harus dilakukan regenerasi menggunakan proses kimia atau termal.

2.11 Penanganan Biologi

Proses biologi pada limbah cair terutama digunakan untuk mengurangi bahan organik koloid dan terlarut dalam limbah cair. Beberapa organik tersuspensi juga dapat dimetabolisir karena sifat flokulasi alami dan pengendapan biomassa yang terbentuk dalam proses biologi. Menurut Droste (1997), proses biologi pada dasarnya proses yang berlangsung secara alami. Karena bahan organik dalam air secara alami akan terdegradasi karena kehadiran mikroorganisme dalam badan air penerima. Akan tetapi, konsentrasi pencemar yang tinggi dapat menimbulkan dampak yang tidak diinginkan pada badan air. Proses penanganan biologi dirancang untuk mempercepat proses degradasi dan netralisasi limbah sebelum akhirnya harus dibuang ke badan air

Proses anaerobik sebagaimana proses aerobik merupakan bagian dari penanganan biologi. Pada proses aerobik dibutuhkan aliran oksigen untuk menjamin kerja bakteri aerobik dalam memecah dan mendegradasi limbah. Ketersediaan oksigen yang cukup merupakan hal penting untuk dipenuhi dalam proses aerobik. Sebaliknya pada proses anaerobik, tidak membutuhkan *input* udara (oksigen) dan menghasilkan lumpur (*sludge*) lebih sedikit. Proses anaerobik mungkin membutuhkan *input* energi akan tetapi mampu menghasilkan energi lebih besar dalam bentuk produksi metana. Secara sederhana, reaksi penguraian senyawa organik secara anaerobik adalah sebagai berikut:



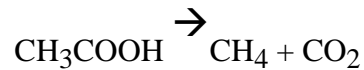
Menurut Malina dan Pohland (1992); Droste (1997), konversi substrat organik oleh mikroorganisme anaerobik menjadi metana merupakan proses biogenik yang kompleks

mencakup sejumlah populasi mikroorganisme. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 16**, proses konversi secara keseluruhan terkait hubungan simbiotik langsung maupun tidak langsung antara sejumlah grup mikroorganisme. Toerin *et al.* (1970) diacu dalam Droste (1997), menyatakan bahwa proses biokimia dengan keterlibatan mikroorganisme tersebut dapat dibagi menjadi tiga tahapan proses, yaitu:

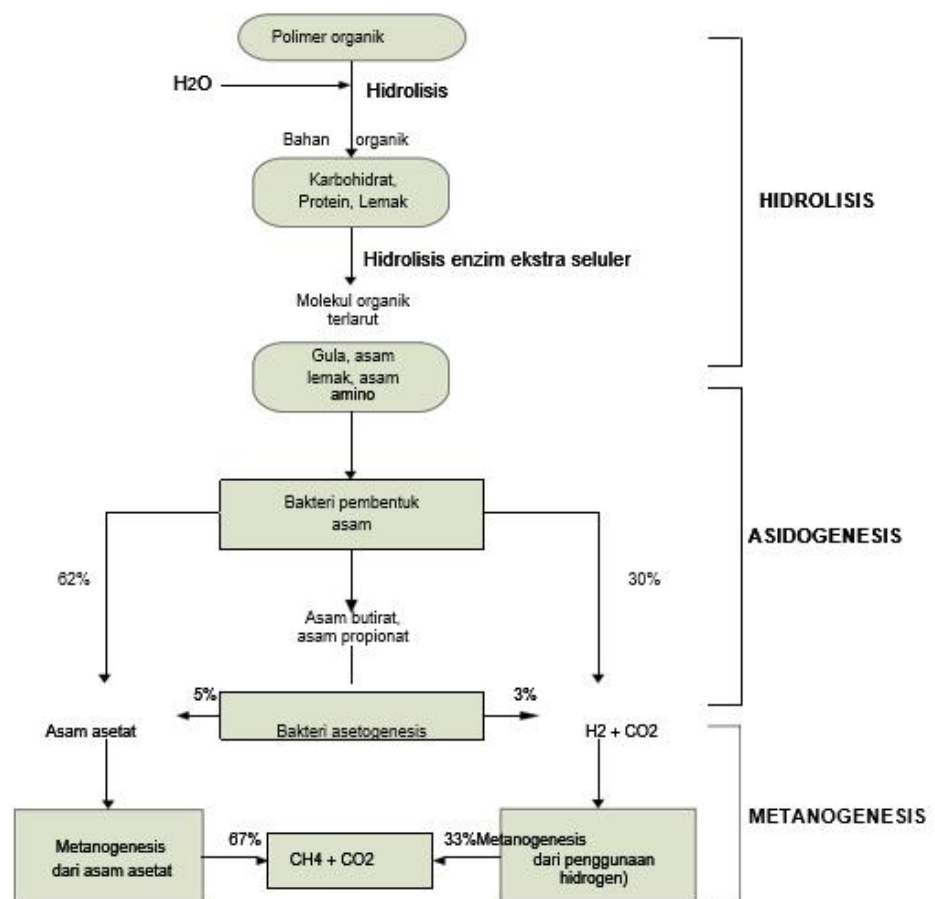
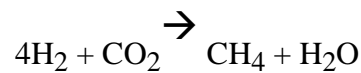
1. Hidrolisis, merupakan tahapan penting awal dalam metabolisme anaerobik. Pada tahap ini terjadi pemecahan molekul yang berukuran besar dan kompleks terlarut dan tak terlarut (polimer) seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi molekul yang berukuran lebih kecil seperti asam amino, gula sederhana, asam lemak, dan beberapa alkohol oleh enzim-enzim ekstraseluler yang dapat ditransportasi ke dalam sel mikroorganisme dan dimetabolisasi sebagai sumber makanan. Laju dekomposisi tahap hidrolisis tergantung pada karakteristik substrat. Transformasi dari selulosa dan hemiselulosa umumnya membutuhkan waktu lebih lama dan berlangsung lambat dibandingkan dekomposisi protein.
2. Asetogenesis dan formasi asam. Mikroorganisme yang sama yang melakukan proses hidrolisis melakukan fermentasi hingga ke tahap ini. Lebih detail, proses asetogenesis dapat dibagi menjadi tahap fermentasi dan oksidasi anaerobik. Tahap fermentasi tergantung pada aneka mikroorganisme dan substrat yang digunakan. Berbagai organisme cenderung aktif pada tahap ini dibandingkan tahap proses lainnya, antara lain *Enterobacterium*, *Bacteriodes*, *Acetobacterium*, dan *Eubacterium*. Selama tahap fermentasi, produk akhirdari hidrolisis difermentasi menjadi karbon organik, komponen molekul dengan BM rendah, hidrogen, dan karbondioksida. Asam propionat dan butirat diuraikan oleh bakteri asetogenik menjadi asam asetat. Produk utama dari tahap ini adalah asam asetat. Tahap oksidasi anaerobik merupakan tahap lanjut pemecahan rantai asam lemak yang tidak terjadi pada tahap fermentasi. Oksidasi anaerobik merupakan tahapan sangat penting dalam proses biogas karena merupakan penghubung antar reaksi oleh organisme pengoksidasi dan penghasil metan pada tahap metanogenesis. Konsentrasi gas hidrogen yang diproduksi sangat menentukan kelanjutan proses. Jika gas hidrogen yang dihasilkan terlalu tinggi, maka oksidasi anaerobik akan berhenti dan mikroorganisme tidak akan memiliki energi yang cukup untuk tumbuh dan akhirnya mati.

3. Metanogenesis. Produk utama dari proses anaerobik dapat terjadi melalui dua cara. Cara utama adalah fermentasi produk utama pada fase pembentukan asam, asam asetat menjadi metana dan karbondioksida. Asetat merupakan sumber utama penghasil biogas yang diproduksi dalam tangki anaerobik.

Bakteri yang berperan dalam tahap ini adalah bakteri asetoklastik (*acetophilic*) berdasarkan reaksi berikut;



Kemudian karbondioksida dan hidrogen yang terbentuk dalam reaksi penguraian disintesa oleh bakteri pembentuk metana menjadi metana dan air (*hydrogenophilic methanogens*) dengan reaksi sebagai berikut:



Gambar 2.14 Pola umum degradasi polimer organik menjadi metana dalam fermentasi anaerobik (Malina dan Pohland 1992).

Malina dan Pohland (1992), menguraikan tahapan konversi menjadi 9 tahap, dengan setiap tahapan dimediasi oleh sekelompok mikroorganisme dan enzim yang spesifik. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

- (1) Hidrolisis enzimatis dari polimer organik menjadi monomer intermediet organik seperti gula, asam lemak, dan asam amino.
- (2) Fermentasi dari monomer organik menjadi hidrogen (format), bikarbonat, piruvat, alcohol, dan asam lemak rendah (asetat, butirir dan propionat).
- (3) Oksidasi dari produk organik yang telah direduksi menjadi hidrogen (*formate*), bikarbonat, dan asetat oleh OHPA (*obligate hydrogen-producing acetogens*).
- (4) Respirasi asetogenik dari bikarbonat oleh *homoacetogens* (HA).
- (5) Oksidasi dari produk organik yang telah direduksi (alkohol, butirir, dan propionat) menjadi bikarbonat dan asetat oleh bakteri pereduksi nitrat (NRB-*nitrate-reducing bacteria*) dan bakteri pereduksi sulfat (SRB-*sulfate reducing bacteria*).
- (6) Oksidasi dari asetat menjadi bikarbonat oleh NRB dan SRB.
- (7) Oksidasi dari hidrogen (format) oleh NRB dan SRB.
- (8) Fermentasi metan *aseticlastic*.
- (9) Respirasi metanogenik dari bikarbonat

Bakteri metanogenik sangat penting keberadaannya pada tahapan stabilisasi anaerobik. Akan tetapi, metanogenik hanya memanfaatkan substrat sederhana untuk pertumbuhan dan metabolisme. Oleh karena itu, pada kondisi sumber yang kaya akan substrat organik, diperkirakan 2/3 dari metana diproduksi melalui konversi mikrobial yang diturunkan dari metil asetat dan 1/3 diturunkan dari reduksi karbondioksida.

Lingkungan memiliki pengaruh yang besar terhadap laju pertumbuhan mikroorganisme proses anaerobik. Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain:

1. Temperatur. Gas dapat dihasilkan pada suhu antara 4 – 60°C dan dijaga konstan. Bakteri akan menghasilkan enzim yang lebih banyak pada temperature optimum. Semakin tinggi temperatur reaksi juga akan semakin cepat tetapi bakteri akan semakin berkurang. Beberapa jenis bakteri dapat bertahan pada rentang temperatur tertentu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.5 Temperatur optimum bakteri

Jenis Bakteri	Rentang temperature (°C)	Temperatur Optimum (°C)
<i>a. Cryophilic</i>	2 – 30	12 – 18
<i>b. Mesophilic</i>	20 – 45	25 – 40
<i>c. Thermophilic</i>	45 – 75	55 – 65

2. pH (keasaman). Bakteri penghasil metana sangat sensitif terhadap perubahan pH. Rentang pH optimum untuk jenis bakteri penghasil metana antara 6,4 – 7,4. Bakteri yang tidak menghasilkan metana tidak begitu sensitif terhadap perubahan pH dan dapat bekerja pada pH antara 5 hingga 8,5. Karena proses anaerobik terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metana, maka pengaturan pH awal proses sangat penting. Tahap pembentukan asam akan menurunkan pH awal. Jika penurunan inisial cukup besar akan dapat menghambat aktivitas mikroorganisme penghasil metana. Untuk meningkatkan pH dapat dilakukan dengan penambahan kapur.
3. Konsentrasi substrat. Konsentrasi substrat dapat mempengaruhi proses kerja mikroorganisme. Kondisi yang optimum dicapai jika jumlah mikroorganismesebanding dengan konsentrasi substrat. Kandungan air yang tinggi memudahkan proses penguraian.
4. Zat beracun. Zat organik maupun anorganik baik terlarut maupun tersuspensi dapat menjadi penghambat ataupun racun bagi pertumbuhan mikroorganisme jika terdapat dalam konsentrasi tinggi.

Kemampuan proses anaerobik untuk mendegradasi pencemar organik yang bervariasi terutama sangat dipengaruhi oleh kondisi proses dan konsentrasi senyawa organik. Senyawa organik yang memiliki konsentrasi tinggi cenderung memiliki efek inhibitor pencemar organik akan mudah didegradasi pada konsentrasi rendah. Secara umum, proses mesofilik memiliki kapasitas biodegradasi yang paling besar karena variabilitas mikroorganisme yang dapat berkembang biak pada kondisi ini dibandingkan pada kondisi temperature tinggi. Waktu tinggal limbah cair dapat menjadi faktor yang menentukan, karena banyak pencemar organik lambat didegradasi. Kontaminan yang diketahui dapat mempengaruhi proses pembentukan biogas (anaerobik) adalah senyawa *benzene* (*fenol*, *xylene*, *benzene*, dan *toluene*), *phthalates* dalam plastik, senyawa alifatik dan aromatik, dan berbagai komponen nitrogen.

2.12 Penanganan Limbah Padat Proses Pengolahan Kopi

Proses pengolahan kering dari buah kopi menjadi biji dilakukan dengan mengupas lapisan kulit buah (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), dan kulit tanduk (*endocarp*). Ketiga lapisan yang terkupas ini disebut *husk* (kulit). Pada pengolahan basah, proses pengupasan lapisan kulit buah (*exocarp*) dan sebagian besar daging buah (*mesocarp*) menghasilkan *pulp* kopi. Biji kopi yang dikeringkan pada pengolahan basah disebut dengan kopi berkulit kering (*dryparchment coffee*), karena lapisan *endocarp* belum dikupas. Proses

pengupasan lapisan *endocarp* menghasilkan kulit kopi (*hull*). Persentase lapisan *exocarp*, *mesocarp*, dan *endocarp* kira-kira 60% dari total berat buah kopi.

Limbah *pulp* kopi dari proses pengolahan basah apabila tidak ditangani akan menimbulkan bau yang tidak menyenangkan dan menarik bagi lalat dan serangga. Komposisi *pulp* kopi terutama mengandung karbohidrat, protein, serat, lemak, kafein, polifenol, dan pektin (Gathua *et al.* 1991). Apabila limbah organik ini dibuang ke sungai, proses dekomposisinya akan menyebabkan pencemaran terhadap ekosistem akuatik air sungai tidak lagi dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Menurut Sanchez *et al.* (1999), *pulp* kopi umumnya dibuang tanpa ada perlakuan dan ditinggalkan begitu saja dengan harapan proses degradasi terjadi secara alami tanpa adanya pengontrolan terhadap bau dan beban nutrisi yang menjadi lindi (*leachates*). Proses degradasi alami terjadi selama 6 hingga 8 bulan hingga bahan organik yang ada stabil dan meninggalkan residu nitrogen tidak lebih dari 2% berat kering. Pengomposan merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk menangani kulit buah kopi, karena tidak membutuhkan investasi yang besar dan mampu menghasilkan pupuk berbahan organik tinggi.

Pulp kopi dapat dimanfaatkan menjadi kompos. Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah untuk mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum yang dimiliki kompos adalah: (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas, (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah. *Pulp* kopi menghasilkan kompos bermutu lebih baik dibandingkan kulit kopi karena kandungannya yang lebih tinggi (Baon *et al.* 2005).

Bahan organik tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman karena perbandingan kandungan C/N dalam bahan tersebut tidak sesuai dengan C/N tanah. Rasio C/N merupakan perbandingan antara karbohidrat (C) dan nitrogen (N). Rasio C/N tanah berkisar antara 10 – 12. Apabila bahan organik mempunyai rasio C/N mendekati atau sama dengan rasio C/N tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan tanaman. Prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik sama dengan C/N tanah (<20). Semakin tinggi rasio C/N bahan organik maka proses pengomposan atau perombakan bahan semakin lama. Proses perombakan bahan organik terjadi secara biofisiko-kimia, melibatkan aktifitas biologi mikroba dan mesofauna. Secara alami proses peruraian tersebut bisa dalam keadaan aerob maupun anaerob.

Menurut Pujiyanto (2007), berdasarkan nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation), kulit buah kopi dapat dimanfaatkan sebagai ameliorant tanah alami untuk meningkatkan nilai KTK tanah. Peningkatan nilai KTK tanah berarti peningkatan kapasitas retensi kation hara hara tidak tercuci oleh air hujan. Amelioran kulit buah kopi dapat meningkatkan pertumbuhan pertumbuhan bibit kopi. Amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan bekerja sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini berarti meningkatkan efektifitas aplikasi pupuk anorganik.

Kulit buah kopi sebagai limbah padat berpotensi untuk dikonversi menjadi pakan ternak, pupuk, ekstraksi nitrogen dan produksi biogas. Calvert (1999), *pulp* kopi yang masih mengandung kafein dan tannin yang bersifat toksik dinilai masih membahayakan untuk dijadikan pakan ternak. Tetapi dengan perlakuan tertentu melalui proses fermentasi terlebih dahulu komponen *caffeine* dan *tannin* dapat didegradasi oleh bakteri selama 4 - 6 bulan menjadi pakan ternak yang layak dan bernilai. Menurut Londra dan Andri (2009), limbah kopi terfermentasi dapat dimanfaatkan sebagai pakan penguat dan memacu produktifitas ternak sertamensubstitusi kebutuhan dedak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pakan penguat sebanyak 200 g/ekor/hari dan enzim *philazim* sebanyak 2,5 gram/ekor/hari meningkatkan produksi susu kambing PE (peranakan etawah) hingga mencapai 800 – 1200 gram/ekor/hari. Peningkatan pertumbuhankambing ini disebabkan kandungan protein dan energi yang lebih tinggi dari limbah kopi dibanding pakan hijauan.

Menurut Braham dan Bressani (1979), *pulp* kopi yang dihasilkan dalam jumlah besar juga dapat dimanfaatkan sebagai media jamur. Melalui pencampuran antara *pulp* dan kulit tanduk, dapat mempercepat pertumbuhan jamur Shiitake, Linchi, Ganoderma, dan jamur lainnya. Kulit tanduk kopi yang kaya akan lignoselulosa dan dapat dijadikan bahan bakar untuk menghasilkan gas.

Bekalo dan Reinhardt (2010), menyatakan potensi lain dari pemanfaatan produk samping hasil pertanian seperti *hull* dan *husk* kopi adalah sebagai bahan baku pembuatan papan partikel yang ramah lingkungan. Kandungan selulosa dan hemiselulosa bahan yang hampir serupa dengan kayu menyebabkan *husk* dan *hull* kopi dapat digunakan untuk menggantikan 50% penggunaan kayu dalam pembuatan papan partikel. Telah melakukan percobaan pembuatan papan partikel dengan menggunakan kulit kopi yang berasal dari pengolahan kering (*husk*) dan kulit tanduk (*hull*) dari pengolahan basah menggunakan bahan perekat ultra formaldehida (UF) cair, pengeras NH₄CL, NH₄OH, parafin, asam oleat, trietanol amin, dan air. Papan partikel dari kulit tanduk pengolahan basah terlihat cerah dengan warna kehitaman menyebar, tidak mudah ditumbuhi kapang karena tidak

mengandung gula akibat proses *pulping* dan pencucian. Sementara papan partikel dari kulit kopi hasil pengolahan kering masih mengandung gula dan senyawa lainnya sangat disukai mikroorganisme dan mudah ditumbuhi kapang.

2.13 Usaha kecil menengah (UKM)

2.13.1 Definisi UKM

Usaha kecil didefinisikan berbeda-beda menurut sudut pandang masing-masing orang yang mendefinisikan, ada yang melihat dari modal usaha, penjualan dan bahkan jumlah tenaga kerja yang dimiliki. Tetapi pada dasarnya prinsipnya adalah sama. M. Tohar mendefinisikan perusahaan kecil adalah sebagai berikut Usaha kecil adalah kegiatan ekonomi rakyat yang berskala kecil, dan memenuhi kekayaan bersih atau hasil penjualan tahunan serta kepemilikan sebagaimana diatur dalam undang-undang.

Menurut Ina Primiana mendefinisikan usaha kecil adalah sebagai berikut (Primiana, 2009:11):

- a. Pengembangan empat kegiatan ekonomi utama (core business) yang menjadi motor penggerak pembangunan, yaitu agribisnis, industri manufaktur, sumber daya manusia (SDM), dan bisnis kelautan.
- b. Pengembangan kawasan andalan, untuk dapat mempercepat pemulihan perekonomian melalui pendekatan wilayah atau daerah, yaitu dengan pemilihan wilayah atau daerah untuk mewadahi program prioritas dan pengembangan sektor-sektor dan potensi.
- c. Peningkatan upaya-upaya pemberdayaan masyarakat.

Sedangkan *Financial Accounting Standard Board* (FASB) dalam Ahmed Riahi Balkaoui, mendefinisikan perusahaan kecil sebagai berikut: Sebuah perusahaan kecil yang operasinya relatif kecil, biasanya dengan pendapatan total kurang dari \$5 juta. Perusahaan itu umumnya (a). dikelola oleh pemilik sendiri, (b) memiliki beberapa pemilik lain, jika ada, (c) semua pemilik secara aktif terlibat dalam menjalankan urusan-urusan perusahaan kecuali mungkin anggota keluarga tertentu, (d) jarang terjadi pemindahan hak kepemilikan, dan (e) memiliki struktur modal yang sederhana.

Menurut M. Kwartono Adi mendefinisikan usaha kecil adalah sebagai berikut: Usaha kecil adalah kegiatan ekonomi rakyat yang memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp 200.000.000,- tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha atau yang memiliki hasil penjualan tahunan paling banyak Rp 1.000.000.000,- dan milik Warga Negara

Indonesia (Adi, 2007:12). Zulkarnain mendefinisikan pengertian usaha kecil adalah kegiatan ekonomi rakyat yang memenuhi kriteria sebagai (Zulkarnain, 2006:125):

- a. Usaha yang memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp 200 juta rupiah, tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha.
- b. Usaha yang memiliki penjualan tahunan paling banyak Rp 1 miliar rupiah.
- c. Usaha yang berdiri sendiri, bukan perusahaan atau cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau terafiliasi, baik langsung maupun tidak langsung dengan usaha menengah atau skala besar.
- d. Berbentuk badan usaha yang dimiliki perseorangan, badan usaha yang tidak berbadan hukum, termasuk koperasi.

2.14 Produktivitas

2.14.1 Pengertian produktivitas

Secara umum Produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik (barang-barang atau jasa) dengan masuknya yang sebenarnya. Misalnya saja, produktivitas adalah ukuran efisiensi produktif. Suatu perbandingan antara keluaran (*Output*) dan masukan (*Input*) pada perusahaan, dapat diartikan sebagai rasio antara jumlah *output* yang dihasilkan dengan jumlah *input* yang digunakan. Masukan sering dibatasi dengan masukan tenaga kerja, sedangkan keluaran diukur dalam kesatuan fisik, bentuk dan nilai.

Produktivitas dapat didefinisikan juga sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tertentu. Produktivitas juga diartikan sebagai:

1. Perbandingan ukuran harga bagi masukan dan hasil.
2. Perbedaan antara kumpulan jumlah pengeluaran dan masukan yang dinyatakan dalam satu-satuan (unit) umum.

Dari definisi-definisi di atas secara umum produktivitas mengandung pengertian perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan, atau dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}}$$

Pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio *Output /input* dan angka indeks. Langkah-langkah pengukuran produktivitas model Summanth:

1. Menetapkan jumlah periode pengukuran dan memilih periode dasar.
2. Mengklasifikasi variabel pengukuran *output* dan *input*.
3. Mentabulasi data seluruh variabel selama periode yang telah ditetapkan.
4. Menghitung produktivitas total dan produktivitas parsial per periode.
5. Mengindekskan nilai produktivitas total dan produktivitas parsial masing-masing periode berdasarkan indeks produktivitas periode dasar.
6. Menginterpretasikan indeks produktivitas total dan parsial selama periode pengukuran.

Sumanth memperkenalkan suatu konsep yang disebut sebagai siklus produktivitas (*productivity cycle*) untuk digunakan dalam peningkatan produktivitas terus menerus. Pada dasarnya konsep siklus produktivitas terdiri dari empat tahap yaitu pengukuran, penilaian, perencanaan, dan peningkatan produktivitas. Siklus produktivitas merupakan suatu proses yang kontiniu, yang melibatkan aspek-aspek pengukuran, penilaian, perencanaan dan peningkatan produktivitas. Berdasarkan konsep siklus produktivitas, program peningkatan produktivitas harus dimulai dari pengukuran produktivitas dari sistem industri itu sendiri. Untuk keperluan ini berbagai teknik pengukuran dapat dipergunakan dan dikembangkan dari memilih indikator pengukuran yang sederhana sampai yang lebih kompleks.

Apabila produktivitas dari sistem industri itu telah dapat diukur, langkah berikutnya adalah mengevaluasi tingkat produktivitas aktual untuk dibandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan. Kesenjangan yang terjadi antara tingkat produktivitas aktual dan rencana (*productivity gap*) merupakan masalah produktivitas yang harus dievaluasi dan dicari akar penyebab yang menimbulkan kesenjangan produktivitas tersebut. Berdasarkan evaluasi ini, selanjutnya dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.

2.14.2 Model pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio *output* dan *input*

Pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio *input* dan *output* akan mampu menghasilkan tiga jenis ukuran produktivitas, yaitu produktivitas parsial, produktivitas total faktor dan produktivitas total.

1. Produktivitas parsial

Produktivitas parsial sering juga disebut dengan produktivitas faktor tunggal (*single factor productivity*) yang merupakan rasio dari *output* terhadap salah satu jenis *input*. Sebagai contoh, produktivitas tenaga kerja merupakan ukuran produktivitas parsial bagi *input* tenaga kerja yang diukur berdasarkan rasio *output* terhadap *input* tenaga kerja.

2. Produktivitas total factor

Produktivitas total faktor merupakan rasio dari *output* bersih terhadap banyaknya *input* modal dan tenaga kerja yang digunakan. *Output* bersih (*net output*) adalah hasil pengurangan total *output* dengan barang-barang dan jasa antara (*input*) yang digunakan dalam proses produksi. Berdasarkan defenisi tersebut, maka jenis *input* yang dipergunakan dalam pengukuran produktivitas total faktor adalah hanya faktor modal dan tenaga kerja.

3. Produktivitas total

Produktivitas total merupakan rasio dari *output* total terhadap *input* total (semua *input* yang digunakan dalam proses produksi). Berdasarkan defenisi tersebut, tampak bahwa ukuran produktivitas total merefleksikan dampak penggunaan semua *input* secara bersama dalam memproduksi *output*.

Beberapa metode pengukuran produktivitas menggabungkan ketiga konsep tersebut, seperti :

1. Model produktivitas David J. Summanth

Model ini dikembangkan oleh Summanth pada tahun 1979 untuk ruang lingkup perusahaan dengan mempertimbangkan seluruh faktor *input* dan faktor *output*. Model ini dapat digunakan untuk mengukur produktivitas total, produktivitas total faktor, dan produktivitas parsial.

2. Model Kendrick-creamer

Kendrick – Creamer melihat posisi dari perubahan produktivitas perusahaan dicapai dari pengukuran dan penganalisaan indeks total produktivitas dengan produktivitas parsial.

2.14.3 Produktivitas total

Produktivitas total merupakan rasio dari *output* total terhadap *input* total (semua *input* yang digunakan dalam proses produksi). Berdasarkan defenisi tersebut, tampak bahwa ukuran produktivitas total merefleksikan dampak penggunaan semua *input* secara bersama dalam memproduksi *output*.

$$\text{Produktivitas total} = \frac{\text{Total output (tangible)}}{\text{Total input (tangible)}}$$

- Total *output* (*tangible*) diartikan sebagai semua *output* yang dihasilkan oleh perusahaan yang jumlahnya dapat diukur.
- Total *output* (*tangible*) = nilai produk jadi + nilai produk setengah jadi + bunga dari saham + pendapatan lain-lain.

- Sedangkan total *input (tangible)* terdiri dari depresiasi mesin, material yang digunakan, tenaga kerja, energi (listrik, air, gas), *maintenance* mesin.

2.15 *Green Productivity*

2.15.1 Konsep *green productivity*

Green Productivity adalah suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas bisnis dan kinerja lingkungan pada saat yang bersamaan dalam pengembangan sosial ekonomi secara keseluruhan. Metode ini mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau ramah lingkungan. Atribut *Green Productivity* terbesar adalah potensi untuk mengintegrasikan perlindungan lingkungan ke dalam operasi bisnis sebagai sarana untuk meningkatkan produktivitas. Hal ini dapat mengakibatkan profitabilitas meningkat, atau arus kas hanya lebih baik.

Green Productivity merupakan aplikasi dari teknik, teknologi dan sistem manajemen yang tepat untuk menghasilkan produk atau jasa yang ramah lingkungan. *Green Productivity* mendamaikan dua kebutuhan yang selalu dalam konflik, yaitu kebutuhan bisnis untuk menghasilkan keuntungan serta kebutuhan setiap orang untuk melindungi lingkungan. *Green Productivity* bukan hanya suatu strategi lingkungan, tetapi strategi bisnis total.

Faktanya, bahwa ketika *Green Productivity* diimplementasikan, perusahaan akan mengalami perbaikan produktivitas melalui penurunan pengeluaran pada perlindungan lingkungan, seperti pengurangan sumber daya, minimasi *waste*, pengurangan polusi dan produksi yang lebih baik. Dari sini, perusahaan dapat mencapai produktivitas yang lebih tinggi dan melindungi lingkungan yang akan mengarah pada terjadinya sustainable development. Ini meliputi penggunaan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dasar manusia dan meningkatkan kualitas hidup. Keseluruhan siklus hidup dari produk ini harus berdasarkan pada minimasi dari penggunaan sumber-sumber daya alam dan zat-zat beracun yang dapat mengakibatkan emisi.

Konsep *Green Productivity* dikembangkan oleh *Asian Productivity Organization* (APO) pada 1994 untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan. Tujuan utama APO adalah untuk menunjukkan bahwa perlindungan terhadap lingkungan dan peningkatan produktivitas dapat diharmonisasikan, baik bagi perusahaan kecil maupun menengah, karena proses produksi seringkali mengakibatkan pembuangan material dan energi yang akan membebani lingkungan.

Konsep *Green Productivity* diambil dari penggabungan dua hal penting dalam strategi pembangunan, yaitu:

1. Perlindungan Lingkungan
2. Peningkatan Produktivitas

Tiga langkah penting dalam konsep *green productivity* antara lain :

1. *Getting started*

Permulaan dari proses *Green Productivity* adalah *walk through survey* dan mengumpulkan informasi. *Walk through survey* dilakukan untuk mengidentifikasi urutan-urutan proses produksi. Pada tahap ini harus sudah menentukan *block diagram process* dan *material balance* sehingga diketahui operasi-operasi yang menghasilkan limbah termasuk estimasi atau perkiraan mengenai jumlah limbah yang dihasilkan. Perhitungan produktivitas awal dilakukan sebagai dasar pertimbangan dalam pengestimasi alternatif solusi yang akan diperoleh untuk mengetahui apakah produktivitas mengalami peningkatan atau sebaliknya.

2. *Planning*

Pada tahap *planning* ini dibagi lagi menjadi dua langkah yaitu:

- a. Mengidentifikasi masalah dan penyebabnya

Informasi-informasi yang telah diperoleh dari *walk through survey* akan digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan dan penyebabnya. *Tool yang akan digunakan untuk menggambarkan permasalahan tersebut adalah diagram sebab akibat (cause effect diagram).*

- b. Menentukan tujuan dan target

Setelah mengetahui permasalahan dan penyebabnya, maka perlu menentukan tujuan dan target sebagai penunjuk untuk memilih alternatif yang dapat mengeliminasi permasalahan.

3. *Generation and evaluation of GP options*

Langkah ini mencakup pengembangan alternatif solusi untuk mempertemukan tujuan serta target yang telah dirumuskan di langkah sebelumnya. Hal ini mencakup sudut pandang terhadap pencegahan polusi dan prosedur kontrol yang telah direncanakan. Opsi-opsi dimunculkan dan diprioritaskan berdasarkan *Green Productivity Indicator* dan *Benefit-Cost Ratio*. Semua itu kemudian disintesis ke dalam rencana implementasi

Green Productivity mempunyai empat tujuan umum dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan dan ekonomi produksi ketika diimplementasikan pada rantai produksi, yaitu:

1. Pengurangan Limbah (*Waste Reduction*)
2. Manajemen Material (*Material Management*)
3. Pencegahan Polusi (*Pollution Prevention*)
4. Peningkatan Nilai Produk (*Product Enhancement*)

Faktor dalam penerapan *Green Productivity* dan menjadi pembeda dengan pendekatan-pendekatan yang dilakukan sebelumnya, yang sering disebut *triple focus*, yaitu:

- a. Lingkungan
- b. Ekonomi
- c. Sosial

2.15.2 Material balance

Untuk membuat suatu *material balance* (kesetimbangan materi) untuk sebuah proses, hal yang harus dilakukan pertama kali adalah menentukan sistem apa yang akan dibuat kesetimbangannya dan menguraikan batas-batasnya. Menurut kamus, proses adalah satu atau kegiatan atau operasi atau perlakuan yang menghasilkan sebuah tujuan (produk). Yang dimaksud dengan sistem adalah seluruh rangkaian proses yang dikemukakan secara khusus untuk analisis.

Sebuah sistem terbuka (*flow system*) adalah sebuah sistem dengan materi dipindahkan melalui batas sistem, yaitu: memasuki sistem, meninggalkan sistem atau keduanya. Sebuah sistem tertutup (*batch system*) adalah sistem dimana tidak ada perpindahan materi selama jangka waktu yang diinginkan. Jika mengisi sebuah reaktor dengan beberapa reaktan dan mengambil produknya, dan reaktor tersebut ditunjuk sebagai sistem dan materi dipindahkan melalui batas sistem tetapi kita dapat mengabaikan perpindahan tersebut dan memusatkan perhatian hanya pada proses reaksi yang terjadi hanya setelah pengisian diselesaikan dan sebelum produk dikeluarkan.

Menurut salah satu hukum ini, massa tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan dalam perubahan materi apa saja yang dinyatakan dalam hukum pelestarian massa. Adapun rumus untuk kesetimbangan material adalah sebagai berikut:

$$\text{Total masa masuk} = \text{total masa keluar}$$

Total massa yang masuk yaitu bahan baku, bahan tambahan, sedangkan bahan yang keluar adalah produk yang diinginkan (barang jadi) serta bahan yang hilang (*waste*). Persamaan diatas dapat pula diterapkan pada sistem untuk massa total, mol total, massa dari senyawa kimia maupun lainnya.

Hal-hal penting dalam *Material Balance* adalah sebagai berikut :

1. Jenis permasalahan *Material Balance* yang terlihat pada proses produksi, dimana terdapat empat jenis dasar permasalahan :
 - a. Model lembar aliran *Material Balance*, untuk proses yang kontinu yang beroperasi dalam posisi stabil.
 - b. Pencampuran dan material campuran penyeimbang.
 - c. Model lembar aliran *Material Balance*, untuk proses yang kontinu maupun *batch* yang beroperasi dalam posisi tidak stabil.
 - d. Proses analisa data dan rekonsiliasi lembar aliran *material balance*.

Suatu *material balance* akan menyeimbangkan arus laju alir dan komposisi dari semua arus memasuki dan meninggalkan item masing-masing peralatan. Serta memperlihatkan seberapa besar yang terbuang di dalam proses tersebut. Permasalahan *material balance* adalah menyertakan campuran dan pencampuran. Suatu substansi jumlah produk yang diproduksi oleh industri pengolahan bahan kimia adalah campuran atau campuran berbagai unsur atau ramuan.

2. Metodologi *Material Balance*, ada dua langkah utama untuk menerapkan prinsip kekekalan massa kimia dalam memproses kesetimbangan *material* yaitu :
 - a. Perumusan masalah yang dimaksud diharapkan dapat ditentukan uraian secara matematik yang sesuai sistem berdasar pada prinsip ilmu fisika dan ilmu kimia. Di dalam menyeimbangkan *material balance*, hukum phisik yang sesuai adalah hukum kekekalan massa.
 - b. Banyaknya penyamaan yang melibatkan model sebagai suatu solusi terhadap permasalahan dengan memberikan gambaran jelas besarnya input, output maupun material yang terbuang (yang hilang).

Reaksi dalam reaksi kimia jarang menggunakan bahan-bahan dengan perbandingan stokiometri untuk mendapatkan reaksi yang diinginkan. Seringkali reaksi ini digunakan kembali secara berlebihan dimana kelebihan tersebut akan keluar kembali bersama hasil reaksi dan produk. Untuk

kelebihan ini umumnya digunakan kembali secara terpisah sehingga bahan-bahan dalam industri dianggap tidak sama dengan terakumulasi sempurna.

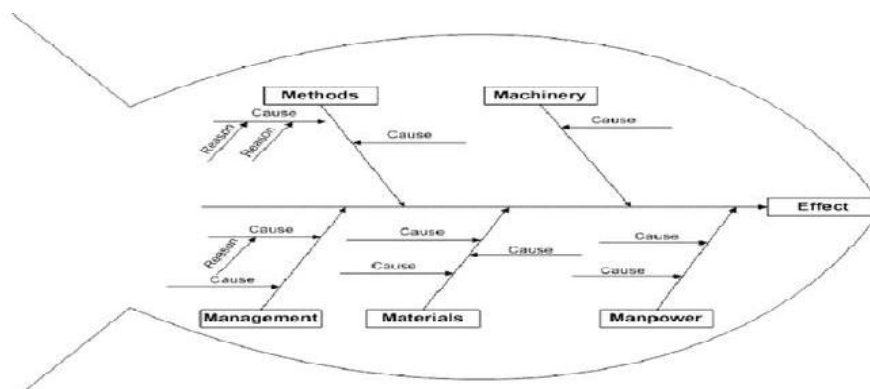
2.15.3 Cause and effect diagram

Diagram ishikawa ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang dipelajari, selain itu juga dapat dilihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat dilihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram *fishbone* tersebut. Diagram sebab akibat ini diperkenalkan pertama kalinya oleh Profesor Kaoru Ishikawa (Universitas Tokyo) pada tahun 1943. Untuk mencari faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada lima faktor penyebab utama yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Manusia
- b. Metode kerja
- c. Mesin atau peralatan kerja
- d. Bahan baku
- e. Lingkungan kerja

Langkah-langkah dalam membuat diagram ishikawa, yaitu:

- a. Mengidentifikasi masalah utama
- b. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram utama
- c. Mengidentifikasi penyebab mayor dan meletakkannya pada diagram utama
- d. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor
- e. Diagram sebab akibat telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya



Gambar 2.15 diagram ishikawa

2.15.4 Analisis kriteria investasi

Tujuan dari perhitungan kriteria investasi adalah untuk mengetahui sejauh mana gagasan usaha (proyek) yang direncanakan dapat memberikan manfaat (*benefit*), baik dilihat dari *financial benefit* maupun *social benefit*. Hasil perhitungan kriteria investasi merupakan indikator dari modal yang diinvestasikan yaitu perbandingan antara total *benefit* yang diterima dengan total biaya yang dikeluarkan dalam bentuk *present value* selama umur ekonomis proyek. Apabila hasil perhitungan telah menunjukkan layak, pelaksanaannya akan jarang mengalami kegagalan. Kegagalan hanya terjadi karena faktor-faktor *uncontrollable* seperti banjir, gempa bumi, perubahan peraturan pemerintah, disamping data yang digunakan tidak relevan.

Perkiraan *benefit (cash in flows)* dan perkiraan *cost (cash out flows)* yang menggambarkan posisi keuangan di masa yang akan datang dapat digunakan sebagai alat kontrol dalam pengendalian biaya untuk memudahkan dalam mencapai tujuan usaha/proyek.

Di pihak lain, dengan adanya hasil perhitungan kriteria investasi, penanam modal dapat menggunakannya sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan, apakah modal yang ditanam lebih baik pada proyek atau lembaga keuangan seperti bank dan lembaga keuangan lainnya.

Secara umum, keputusan yang timbul dari hasil analisis proyek dapat digolongkan atas 3 bagian:

- a. Menerima atau menolak proyek.
- b. Memilih satu atau beberapa proyek yang paling layak untuk dikerjakan.
- c. Menetapkan skala prioritas dari proyek yang layak.

Net benefit cost ratio

Net Benefit Cost Ratio merupakan perbandingan antara *net benefit* yang telah di *discount* positif (+) dengan *net benefit* yang telah di *discount* negatif (-), dengan formula sebagai berikut:

$$\frac{NS \text{ Manfaat}}{NS \text{ biaya}}$$

Jika nilai lebih besar dari 1 (satu) berarti gagasan usaha/proyek tersebut layak untuk dikerjakan dan jika lebih kecil dari 1 (satu) berarti tidak layak untuk dikerjakan. Untuk Net B/C sama dengan 1 (satu) berarti *cash in flows* sama dengan *cash out flows*, dalam *present value* disebut dengan *Break Even Point (BEP)*, yaitu *total cost* sama dengan *total revenue*.

2.16 Teknologi tepat guna

2.16.1 Pengertian teknologi tepat guna

Teknologi adalah keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Teknologi tepat guna adalah suatu alat yang sesuai dengan kebutuhan dan dapat berguna serta sesuai dengan fungsinya. Selain itu, teknologi tepat guna atau yang disingkat dengan TTG adalah teknologi yang digunakan dengan sesuai (tepat guna). Ada yang menyebutnya teknologi tepat guna sebagai teknologi yang telah dikembangkan secara tradisional, sederhana dan proses pengenalannya banyak ditentukan oleh keadaan lingkungan dan mata pencaharian pokok masyarakat tertentu.

Secara teknis TTG merupakan jembatan antara teknologi tradisional dan teknologi maju. Oleh karena itu aspek-aspek sosio-kultural dan ekonomi juga merupakan dimensi yang harus diperhitungkan dalam mengelola TTG. Dari tujuan yang dikehendaki, teknologi tepat guna haruslah menerapkan metode yang hemat sumber daya, mudah dirawat, dan berdampak polutif minimalis dibandingkan dengan teknologi arus utama, yang pada umumnya beremisi banyak limbah dan mencemari lingkungan. Dengan demikian teknologi tepat guna mempunyai kriteria yang dapat dikatakan sebagai TTG, yaitu:

- a. Apabila teknologi itu sebanyak mungkin mempergunakan sumber-sumber yang tersedia banyak di suatu tempat.
- b. Apabila teknologi itu sesuai dengan keadaan ekonomi dan sosial masyarakat setempat.
- c. Apabila teknologi itu membantu memecahkan persoalan/ masalah yang sebenarnya dalam masyarakat, bukan teknologi yang hanya bersemayam di kepala perencananya.

Suatu yang harus diperhatikan bahwasalah-masalah pembangunan boleh jadi memerlukan pemecahan yang unik dan khas, jadi teknologi-teknologi tersebut tidak perlu dipindahkan ke negara-negara atau kedaerah lain dengan masalah serupa. Apa yang sesuai di suatu tempat mungkin saja tidak cocok di lain tempat. Maka dari itu tujuan TTG adalah melihat pemecahan-pemecahan terhadap masalah-masalah tertentu dan menganjurkan mengapa hal itu sesuai.

2.16.2 Ciri ciri teknologi tepat guna

Sebagaimana telah dikemukakan pada kriteria dan syarat dan kesesuaian TTG, dapat dikemukakan ciri-ciri yang cukup menggambarkan TTG (walaupun tidak berarti sebagai batasan) adalah sebagai berikut:

- a. Perbaikan teknologi tradisional yang selama ini menjadi tulang punggung pertanian, industri, pengubah energi, transportasi, kesehatan dan kesejahteraan masyarakat di suatu tempat.
- b. Biaya investasi cukup rendah/ relatif murah.
- c. Teknis cukup sederhana dan mampu untuk dipelihara dan didukung oleh keterampilan setempat.
- d. Masyarakat mengenal dan mampu mengatasi lingkungannya.
- e. Cara pendayagunaan sumber-sumber setempat termasuk sumber alam, energi, bahan secara lebih baik dan optimal.
- f. Alat mandiri masyarakat dan mengurangi ketergantungan kepada pihak luar (*self-reliance motivated*).

2.17 Kemas

Menurut Rudy Jusup Sutiono pada bukunya yang berjudul “*Visual Merchandising*”, ia mengatakan bahwa fungsi kemas bukan hanya sekedar untuk membungkus produk – *A package is more than container*-. Desain kemas yang baik tentunya dapat memiliki kekuatan untuk menjual. Pada *Indonesian Best Packaging* yang dilakukan majalah *Mix* bersama *Indonesian Brand Summit* disebutkan *packaging* adalah *salesman* yang diam (*The Power of silent salesman*). Desain kemas harus dibuat dengan pemahaman yang mendalam mengenai pasar dan konsumen, desain dengan estetika yang baik akan membuat sebuah produk terlihat tampil elegan, unik, dan berbeda. Pengembangan desain kemas yang baik harus memperhatikan beberapa hal antara lain: komposisi *layout* kemas, desain logo, identitas warna, *body copy* (skrip tulisan), gambar penunjang, spesifikasi produk, cara pemakaian, cara penyimpanan, dan elemen lain sesuai dengan kategori produk.

Berdasarkan teori di atas maka kemas, selain harus melindungi isi produk terhadap benturan, binatang, kontaminasi, dll. visual kemas disusun sedemikian rupa sehingga tercipta suatu komposisi yang enak dan indah dilihat, dan mencerminkan produk itu sendiri. Selain itu bentuk dan ukuran kemas pun disesuaikan dengan keefisienan ketika *display* ataupun digenggam ketika digunakan. Sedangkan definisi kemas pangan menurut Undang-Undang nomor 7 Tahun 1996 tentang pangan menerangkan bahwa bahan yang digunakan untuk mewadahi dan atau membungkus pangan, baik yang bersentuhan langsung dengan pangan maupun tidak. Payung hukum yang melindungi tentang kemas selain Undang-undang tersebut diatas juga berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 28

Tahun 2004 tentang keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan bagian V, Pasal 16-20. Selain itu ada juga berdasarkan Peraturan Kepala Badan POM No.HK 00.05.55.6497 tahun 2007 tentang bahan kemasan pangan.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini memberikan beberapa manfaat bagi **Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan**, industri kecil olahan kopi yang menjadi mitra kegiatan yaitu **Gapoktan Puspa Tani Makmur**, serta **Unesa** antara lain adalah sebagai berikut :

Bagi **Asosiasi Makanan Minuman Kabupaten Pasuruan**, membantu pemerintah daerah Kabupaten Pasuruan untuk merumuskan strategi peningkatan produktifitas industri kecil olahan kopi yang mendukung program kerja Dinas Koperasi dan UKM, Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Dinas Perkebunan serta Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan. Dalam jangka menengah, program kerja tersebut mampu membantu mewujudkan visi Kabupaten Pasuruan sebagai wilayah agropolitan dengan industrialisasi kopi dari hulu ke hilir yang juga menjadi industri prioritas nasional. Program kerja tersebut selanjutnya pada jangka panjang mampu meningkatkan kontribusi Kabupaten Pasuruan untuk memperkuat industri makanan minuman di Koridor Jawa sehingga meningkatkan ekspor produk kopi olahan nasional.

Bagi **Gapoktan Puspa Tani Makmur** yang menjadi mitra kegiatan adalah diperolehnya peningkatan kapasitas produksi, kualitas produk terstandar sesuai SNI01-3542-2004, serta pengembangan produk sehingga mampu menghasilkan produk kopi olahan yang lebih berdaya saing dan mampu menembus jaringan modern ritel pada jangka pendek serta ekspor pada jangka panjang. Peningkatan kapasitas produksi Gapoktan Puspa Tani Makmur akan menjadikan peningkatan kebutuhan kopi hasil perkebunan rakyat sehingga tidak hanya berdampak pada peningkatan kesejahteraan UKM olahan kopi tetapi juga kesejahteraan petani budidaya yang tergabung pada Gapoktan Puspa Tani Makmur serta memperkuat keberadaan kopi sebagai komoditi unggulan Kabupaten Pasuruan.

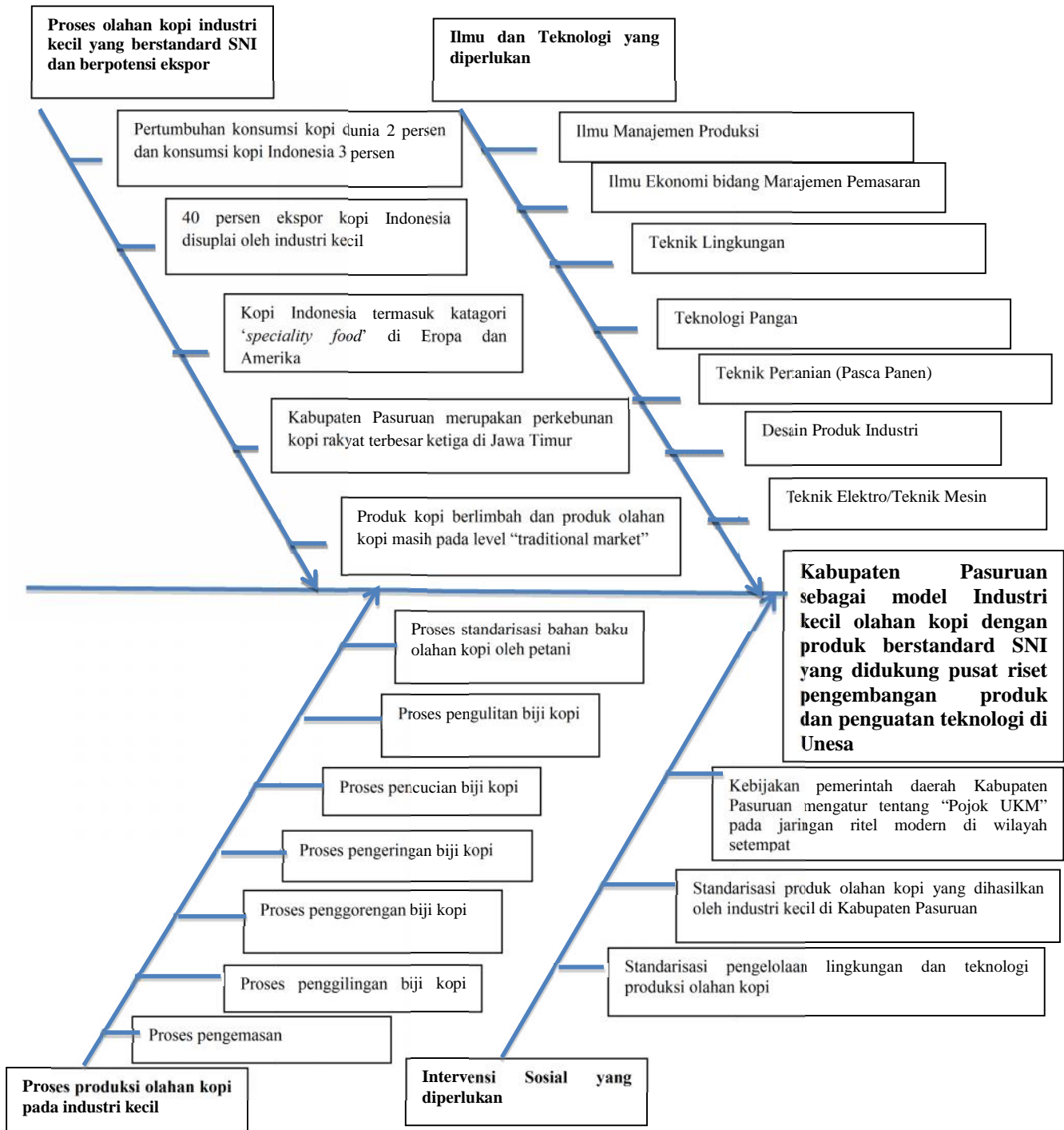
Bagi **Unesa sebagai akademisi**, penelitian ini merupakan pengembangan akademik karena mensinergikan latar belakang keilmuan yang berbeda yaitu ekonomi, lingkungan, dan teknik elektro untuk menyelesaikan permasalahan yang di hadapi oleh industri kecil olahan kopi agar lebih berdaya saing serta mempersiapkan diri untuk menembus modern market dan mempersiapkan pasar ekspor. Mengingat permasalahan yang terjadi tidak dapat diselesaikan dari salah satu keilmuan saja. Keilmuan ekonomi dibutuhkan untuk mengimplementasikan teori kinerja dan pengukuran kinerja. Ilmu lingkungan dibutuhkan untuk mengimplementasikan produksi bersih pada UKM kopi olahan sehingga terjadi efisiensi produksi dan meningkatkan peluang ekspor khususnya pasar eropa yang rentan dengan isu lingkungan. Latar belakang ilmu Teknik Elektro diperlukan untuk

mengimplementasikan teknologi tepat guna yang diperlukan untuk standarisasi proses produksi kopi olahan sebagai upaya kontrol terhadap kualitas yang dihasilkan.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Perencanaan pelaksanaan kegiatan

Peta jalan penelitian dijelaskan melalui *fishbone* diagram pada Gambar 4.1. Peta ini meliputi : 1) kajian produk olahan kopi; 2.) kebutuhan ilmu dan teknologi; 3.) proses produksi olahan kopi; 4) intervensi sosial yang dilakukan.



Gambar 4.1 Peta jalan produk olahan kopi industri kecil berpotensi ekspor di Kabupaten Pasuruan sebagai wilayah binaan

Untuk memperkuat industri makanan minuman di Koridor Ekonomi Jawa melalui **“Kabupaten Pasuruan sebagai model industri kecil olahan kopi dengan produk berstandar SNI dan memiliki added value produksi bersih untuk persiapan ekspor yang didukung pusat pengembangan riset dan teknologi di Unesa”** diharapkan dapat mewujudkan cita-cita program MP3EI untuk mewujudkan industri prioritas nasional (kopi) sebagai business not as usual dapat tercapai. Penelitian ini direncanakan berlangsung selama 3 tahun, meliputi : 1) penelitian model pengelolaan lingkungan produk olahan kopi terstandar pada industri kecil (Gapoktan Puspa Tani Makmur); 2) penelitian proses produksi olahan kopi konvensional dan terstandar; 3) penelitian teknologi produksi olahan kopi; 4) penelitian penanganan limbah (padat dan cair) pada proses produksi olahan kopi terstandar; 5.) penelitian *product development* untuk perluasan pasar; 6.) penelitian respon konsumen terhadap produk olahan kopi yang telah mengalami *re-branding*; 7.) *Focus Group Discussion* (FGD) perumusan strategi kebijakan pembinaan industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan.

Tahun pertama penelitian difokuskan pada penelitian pengelolaan lingkungan produksi dan penanganan limbah pada proses produksi untuk melakukan efisiensi dan peningkatan produktifitas industri kecil olahan kopi (Gapoktan Puspa Tani Makmur). **Tahun kedua penelitian** difokuskan pada implementasi model di tahun pertama sekaligus memperkenalkan teknologi tepat guna untuk proses produksi olahan kopi sesuai standar SNI. Introduksi TTG yang dilakukan merupakan upaya untuk melakukan efisiensi produksi dari segi peralatan. Pada tahap ini juga dilakukan *product development* oleh Asosiasi Makanan Minuman di Kabupaten Pasuruan. **Tahun ketiga penelitian difokuskan** pada penyesuaian model di tahun pertama dan model di tahun kedua serta dampaknya terhadap peningkatan produktifitas. Hal ini menjadi pijakan untuk perumusan rencana aksi pembinaan industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan. Pada tahap ini melalui kerjasama dengan Asosiasi Makanan Minuman di Kabupaten Pasuruan melakukan perluasan jaringan pemasaran dan pengenalan produk dengan desain baru pada konsumen.

4.2 Diagram alir penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama 3 Tahun yaitu Tahun 2017-2019 dengan tahapan secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 5.2. Pada gambar tersebut digunakan beberapa warna dengan makna tersendiri, warna biru menunjukkan tahapan yang dilakukan di setiap tahap pelaksanaan selama 3 tahun. Legenda warna selanjutnya berbeda menjadi warna orange, hijau dan ungu. Warna orange menunjukkan tahapan

terperinci pada tahun ke-1, warna hijau menunjukkan tahapan terperinci pada tahun ke-2, dan warna ungu menunjukkan tahapan terperinci pada tahun ke-3. Adapun uraian secara keseluruhan terhadap diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :

a. Koordinasi internal

Koordinasi internal dilakukan oleh tim peneliti untuk membahas pelaksanaan kegiatan, strategi capaian, target indikator dan distribusi tugas. Hal ini dimaksudkan agar penelitian dapat berjalan lancar sesuai target yang ditetapkan.

b. Koordinasi eksternal

Koordinasi eksternal dilakukan oleh tim peneliti dengan mitra pendamping untuk kelancaran kegiatan penelitian khususnya tahap pengumpulan data dan *Focused Group Discussion*. Mitra pendamping kegiatan ini adalah Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Pasuruan serta Asosiasi Makanan Minuman. Hal ini dilakukan untuk menentukan sampel yang menjadi objek penelitian sehingga diperoleh data yang representatif. Selain itu diperlukan keselarasan kegiatan penelitian dan kebijakan daerah sehingga strategi yang dirumuskan dapat berjalan kesinambungan pasca kegiatan penelitian.

c. Persiapan bahan dan peralatan penelitian

Tahap ini dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan dan peralatan secara keseluruhan sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar. Pada Tahun ke-1 persiapan bahan berupa instrumen yang akan digunakan dalam mengumpulkan data primer untuk merumuskan strategi pengembangan industri kecil kopi olahan. Selanjutnya rumusan strategi tersebut didiskusikan melalui FGD untuk menuangkan strategi dalam rencana aksi pada salah satu industri kecil kopi olahan sebagai studi kasus. Pada tahun ke-2 persiapan bahan dan peralatan difokuskan untuk kegiatan rancang bangun TTG, pelatihan, dan pendampingan. Pada tahun ke-3 persiapan bahan dilakukan untuk instrumen yang diperuntukkan bagi konsumen untuk merumuskan konsep atribut produk kopi olahan yang dihasilkan oleh Gapoktan Puspa Tani Makmur sehingga mampu lebih berdaya saing. Selain itu dilakukan rancang bangun kemasan.

d. Penyusunan instrumen kegiatan

Penyusunan instrumen dilakukan sebagai media pengumpulan data primer yaitu kuesioner pada Tahun ke- 1 dan ke-3 serta panduan observasi atau wawancara sehingga diperoleh data yang lengkap sesuai yang dikehendaki.

e. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang diperlukan adalah data terkait jumlah industri kecil kopi olahan yang terdaftar dalam Dinas Koperasi dan UKM kab. Pasuruan berikut alamatnya serta sebarannya. Data sekunder terkait proses produksi diperoleh dari masing-masing industri kecil kopi olahan yang menjadi objek penelitian.

f. Pengumpulan data primer

Data primer diperoleh dari kuesioner, observasi, wawancara, FGD serta uji coba peralatan alih teknologi penunjang produksi pada industri kecil kopi olahan.

g. *Focus Group Discusssion* (FGD)

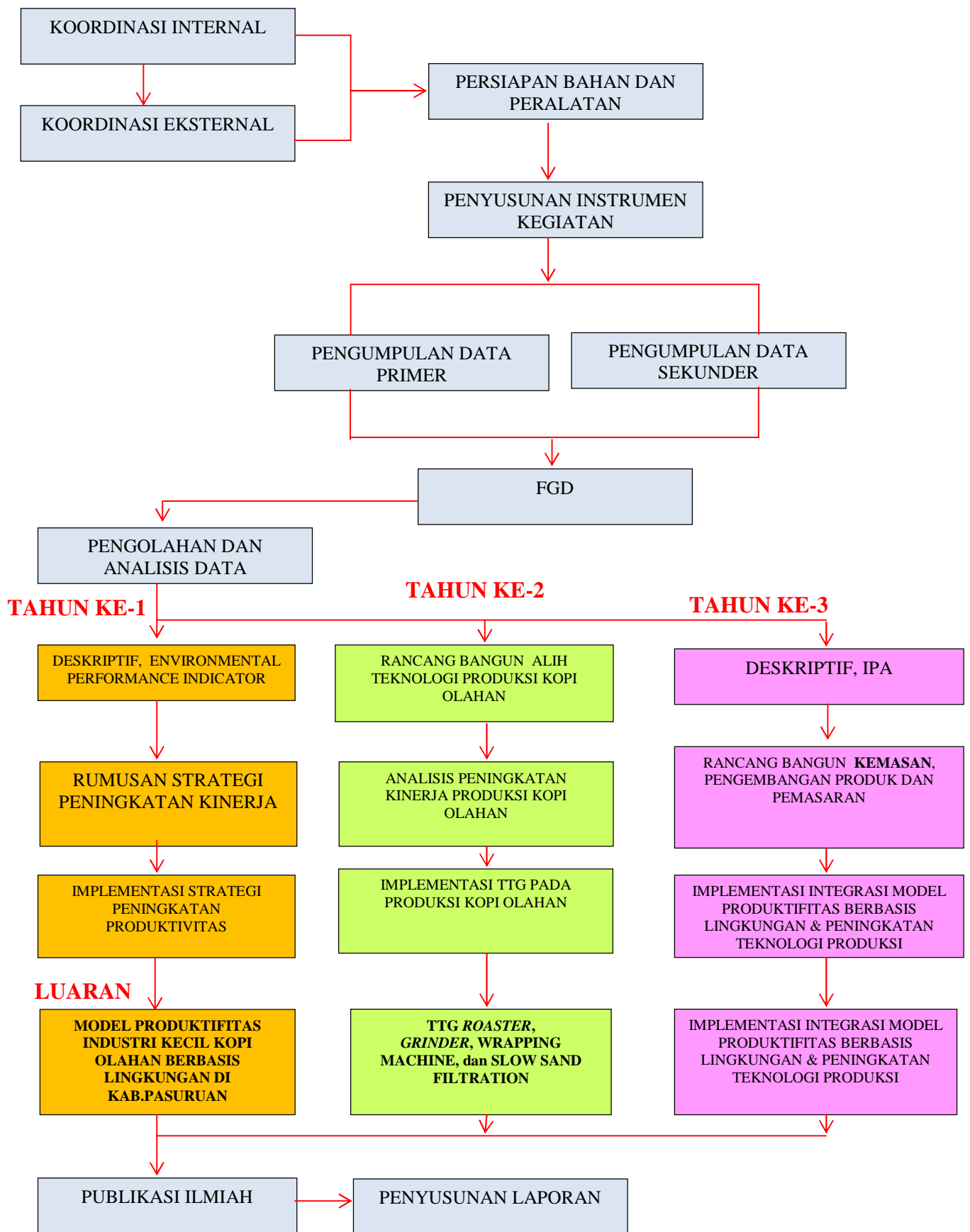
Tahap ini melibatkan Perguruan Tinggi, Peneliti, Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Pasuruan, perwakilan Asosiasi Makanan Minuman di Kab. Pasuruan serta UKM kopi olahan. Tahapan kegiatan ini ada di Tahun ke-3 penelitian ini untuk mengembangkan implementasi model peningkatan produktifitas, penguatan teknologi produksi, dan pengembangan produk dari UKM kopi olahan.

h. Rancang bangun TTG,

Rancang bangun yang dilakukan meliputi kegiatan merancang dan membuat peralatan alih teknologi produksi kopi olahan pada Tahun ke-2 yang bertujuan untuk standarisasi proses produksi sehingga dihasilkan produk kopi olahan yang sesuai dengan standard SNI. Rancang bangun kemasan terhadap produk kopi olahan Gapoktan Puspa Tani Makmur sesuai perspektif konsumen serta perluasan jaringan pemasaran dan peningkatan daya saing produk kopi olahan untuk menembus modern market maupun persiapan ekspor.

i. Pengolahan dan analisis data

Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk menjawab rumusan masalah dan hipotesis penelitian. Pada Tahun ke-1 dilakukan analisis deskriptif dan *Environmental Performance Indicator* (EPI) serta analisis kelayakan ekonomi terhadap alternatif pilihannya, pada tahun ke dilakukan kegiatan rancang bangun TTG (*roaster, grinder, wrapping machine*, dan unit pengolah limbah berupa *slow sand filtratrion*). Sedangkan pada Tahun ke-3 dilakukan analisis *Importance Performance Analysis*(IPA) dan analisis model sikap *fishbein* untuk konsumen kopi Gapoktan Puspa Tani Makmur.



Gambar 4.2 Diagram alir penelitian Tahun 2017-2019

j. Publikasi jurnal

Tahap ini dilakukan untuk merealisasikan luaran yang menjadi target penelitian ini selain model dan TTG serta kemasan dan website sebagai wujud diseminasi hasil penelitian dalam forum rumpun keilmuan serta meningkatkan *citation index* peneliti Indonesia di tingkat internasional. Jurnal yang target penulisan adalah jurnal internasional yang terindeks dalam *Scopus* dan *Thompson Reuters*. Adapun nama jurnal yang menjadi target tujuan publikasi adalah

1. *Open Environmental Sciences* Publisher: Bentham Science Publisher B.V, Netherlands. ISSN: 18763251 (Tahun ke-1);
2. *International Journal of Interdisciplinary Environmental Studies* Publisher: Common Ground Publisher, United Kingdom. ISSN: 23291559, 23291621 (Tahun ke-2); dan
3. *International Journal of Environmental Sustainability* Publisher: Common Ground Publisher, United Kingdom ISSN: 23251077, 23251085 (Tahun ke-3).

k. Penyusunan laporan

Laporan penelitian disusun sebagai media untuk menggambarkan secara terperinci keseluruhan kegiatan penelitian dalam menjawab rumusan masalah maupun hipotesis penelitian. Laporan penelitian terdiri dari laporan kemajuan, *log book* kegiatan, *draft* laporan akhir serta laporan akhir.

4.3 Teknik pengumpulan data

a) **Kuesioner**

adalah suatu teknik pengumpulan informasi yang memungkinkan peneliti mempelajari sikap-sikap, keyakinan, perilaku, dan karakteristik industri kecil kopi olahan di dalam organisasi yang bisa terpengaruh oleh sistem yang diajukan atau oleh sistem yang sudah ada.

b) **Wawancara**

Moleong (2006) mengemukakan bahwa wawancara (*interview*) adalah percakapan dengan maksud tertentu, yang dilakukan oleh dua belah pihak yaitu pewawancara dan yang diwawancarai. Tujuan dilakukan wawancara adalah untuk mengetahui hal-hal yang lebih mendalam tentang informan dalam menginterpretasikan situasi dan fenomena yang tidak memungkinkan untuk ditemukan melalui observasi. Teknik wawancara dilakukan secara terstruktur dengan menggunakan daftar pertanyaan yang telah tersusun, dan setiap responden diberi pertanyaan yang sama sehingga

pewawancara dapat membantu mengambil data/melakukan wawancara dengan pertanyaan-pertanyaan yang sudah tersusun. Wawancara dilakukan kepada industri kecil kopi olahan, perwakilan dinas terkait, serta perwakilan asosiasi makanan minuman Kabupaten Pasuruan.

- c) ***Focused Group Discussion (FGD)***: pada FGD akan dilakukan wawancara terbuka dengan industri kopi olahan yang menjadi sampel penelitian di Kabupaten Pasuruan, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Pasuruan, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Pasuruan, Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Pasuruan, Asosiasi makanan minuman (FOKUS dan SUKMA), dan perwakilan perguruan tinggi. Hasil FGD ini selanjutnya digunakan untuk merumuskan strategi kebijakan peningkatan kinerja industri kecil kopi olahan di Kabupaten Pasuruan.

d) Observasi

Beberapa informasi yang diperoleh dari hasil observasi adalah ruang (tempat), pelaku, kegiatan, objek, perbuatan, kejadian atau peristiwa, waktu, dan perasaan. Alasan peneliti melakukan observasi adalah untuk menyajikan gambaran realistik perilaku atau kejadian, untuk menjawab pertanyaan, untuk membantu mengerti perilaku manusia, dan untuk evaluasi yaitu melakukan pengukuran terhadap aspek tertentu melakukan umpan balik terhadap pengukuran tersebut. Metode observasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah observasi tidak berstruktur adalah observasi yang dilakukan tanpa menggunakan guide observasi. Pada observasi ini peneliti atau pengamat harus mampu mengembangkan daya pengamatannya dalam mengamati suatu objek Bungin (2007: 115).

e) Dokumentasi

Dokumentasi adalah salah satu metode pengumpulan data kualitatif dengan melihat atau menganalisis dokumen-dokumen yang dibuat oleh subjek sendiri atau oleh orang lain tentang subjek. Sejumlah besar fakta dan data tersimpan dalam bahan yang berbentuk dokumentasi. Sebagian besar data yang tersedia adalah berbentuk catatan harian, laporan, dan foto.

f) Rancang bangun TTG

Rancang bangun mesin Teknologi Tepat Guna (TTG) harus memperhatikan pertimbangan desain. Menurut Espito dan Thrower (1991), rancang bangun harus memenuhi kebutuhan manusia, mampu bersaing di pasaran, serta memiliki nilai ekonomis. Di sisi lain, beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan TTG adalah penampilan, efisiensi, kemudahan pengoperasian

dan pemeliharaan, berat dan ukuran produk, daya tahan, kemanfaatan, biaya operasi, biaya perawatan dan pemeliharaan, serta kemudahan mendapatkan suku cadang (Beam, 1990). Berdasarkan kedua teori tersebut di atas, maka tim pelaksana dalam melakukan rancang bangun mesin penggoreng kopi berdasarkan pada persyaratan TTG bagi industri kecil, antara lain: (1) alat tersebut dapat memecahkan permasalahan industri kecil; (2) biaya operasinya terjangkau oleh kelompok sasaran; (3) bentuknya menarik, ergonomis, sederhana; serta (4) mudah dioperasikan, dirawat, dan aman. Oleh karena itu, guna memenuhi permintaan kualitas dan kuantitas produk olahan kopi, perlu diciptakan suatu alat bantu (mesin TTG) yang dapat digunakan secara baik, sesuai dengan keperluan dan optimal fungsinya. Penciptaan alat bantu ini akan dapat menghemat tenaga, waktu, dan biaya produksi.

Terdapat beberapa hal yang menjadi dasar pertimbangan dalam membuat (rancang bangun) suatu alat, di antaranya yaitu: (1) segi fungsi, alat berfungsi untuk membantu mempermudah cara kerja manusia, (2) segi efisien, pekerjaan dapat diselesaikan dengan cepat, penggunaan tenaga lebih sedikit sehingga efisien dari segi waktu dan tenaga, (3) segi ekonomi, dengan ditekannya waktu dan tenaga yang digunakan akan mengurangi biaya operasional suatu pekerjaan, dan (4) segi keselamatan kerja, tidak membahayakan bagi pemakai alat, serta lingkungan atau tempat kerja (Harahap, Tt).

g) Rancang bangun kemasan

Salah satu fungsi kemasan adalah sebagai penjual yang diam atau *silent salesman*. Dia harus penuh pesona untuk langsung dilirik oleh calon pembeli dan informasinya membuat calon pembeli lebih jatuh cinta dengan tingkat kepercayaan yang tinggi. Mengingat pentingnya kemasan sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari produk yang sebenarnya, maka pada kegiatan penelitian ini dilakukan perancangan desain kemasan untuk peningkatan daya saing produk di pasaran. Rancang bangun kemasan dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut : (1) Meningkatkan nilai jual produk agar menjadi lebih tinggi (bahasa, warna, bentuk); (2) Menggunakan bahan yang dapat melindungi produk dan mempertahankan aroma kopi; (3) Memudahkan pengiriman dan praktis pembawaannya.

Tabel 4.1. Metode pengumpulan data

No	Tahun	Metode pengumpulan data
1	2017	<ul style="list-style-type: none"> – Kuesioner terkait produktifitas industri kecil olahan kopi proses produksi olahan kopi, kebutuhan dan penanganan bahan baku, pengelolaan limbah; – Wawancara proses produksi olahan kopi, kebutuhan dan penanganan bahan baku, pengelolaan limbah; – Dokumentasi tahapan produksi olahan kopi, limbah padat, dan limbah cair – Uji laboratorium analisis kandungan limbah padat dan limbah cair
2	2018	<ul style="list-style-type: none"> – Rancang bangun dan implementasi TTG (<i>Roaster, Grinder, Wrapping Machine</i>) berikut ujicobanya pada proses pembuatan kopi dibandingkan peralatan konvensional; – Rancang bangun <i>slow sand filtration</i> pada pengolahan limbah cair; – Dokumentasi tahapan proses produksi olahan kopi menggunakan TTG yang diintroduksi (<i>Roaster, Grinder, Wrapping Machine</i>); – Observasi kualitas olahan kopi untuk dibandingkan antara proses produksi yang konvensional dan menggunakan TTG yang diintroduksi (<i>Roaster, Grinder, Wrapping Machine</i>);
3	2019	<ul style="list-style-type: none"> – Rancang bangun kemasan produk olahan kopi Gapoktan Puspa Tani Makmur; – Kuesioner penyesuaian model produktifitas lingkungan dan produktifitas produksi pada industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan; – Kuesioner konsumen terkait <i>branding development product</i> (kemasan dan diversifikasi produk) olahan kopi Gapoktan Puspa Tani Makmur untuk perluasan jaringan pemasaran; – Wawancara dan Observasi penyesuaian model produktifitas lingkungan dan produktifitas produksi pada industri kecil olahan kopi di Kabupaten Pasuruan;

4.4 Teknik analisis data

a) Analisis deskriptif

Analisis deskriptif adalah bagian dari statistika yang mempelajari alat, teknik, atau prosedur yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan kumpulan data atau hasil pengamatan yang telah dilakukan. Kegiatan – kegiatan tersebut antara lain adalah kegiatan pengumpulan data, pengelompokan data, penentuan nilai dan fungsi statistik, serta pembuatan grafik, diagram dan gambar. Analisis deskriptif dilakukan menggunakan program olah data SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) for Windows versi 16.00 dan *Super Decission* 1.60. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan secara jelas karakteristik responden penelitian dan variabel dalam bentuk nilai persentase (%), dan nilai rata-rata (mean) (Santosa, 2009).

b) *Environmental Performance Indicator (EPI)*

Data meliputi gambaran umum perusahaan, proses produksi, input dan output hasil produksi, rekapan hasil analisis kandungan zat kimia, dan penyebaran kuisioner. Produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) antara output per input (Wignjosoebroto, 1995). Dengan diketahuinya produktivitas, maka akan diketahui pula seberapa efisien sumber-sumber input telah berhasil dihemat.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap indeks *Environmental Performance Indicator (EPI)*, identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan serta penyusunan alternatif-alternatif perbaikan, pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan nilai indeks *Benefit Cost Ratio (BCR)* tertinggi, estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan, dan penyusunan rencana implementasi.

Indeks EPI diperoleh dengan mengalikan bobot dari masing-masing kriteria limbah dengan penyimpangan yang terjadi antara standar KLH dengan hasil analisa limbah perusahaan. Untuk mengukur kadar limbah cair dilihat dari beberapa parameter berdasarkan Surat Kemen LH No B 2079/2004, yaitu: (*Biological Oxygen Demand (BOD)*), (*Chemical Oxygen Demand (COD)*), (*Suspended Solid (SS)*), nitrat, logam berat (Cd dan Cr) serta bahan organik zat warna rantai panjang yaitu senyawa *ozon*, *antraquinon* dan juga *ftalosanin*). Kemudian dilakukan perhitungan bobot kriteria parameter limbah. Setelah dilakukan penilaian hasil kuisioner, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan normalisasi AHP, kemudian dilanjutkan dengan perankingan pengaruh tingkat bahaya tiap parameter.

$$\text{Indeks EPI} = \sum_{i=1}^k W_i \cdot P_i$$

dimana k adalah jumlah kriteria limbah yang diajukan dan W_i adalah bobot dari masing-masing kriteria. Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar BAPEDAL dengan hasil analisis perusahaan :

$$P = \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\%$$

c) **Model sikap Fishbein**

Sikap adalah sistem yang kompleks yang terdiri dari kepercayaan orang-orang tentang objek, perasaan mereka terhadap objek, dan kecenderungan tindakan terhadap objek (Anic, 2010). Fishbein mendefinisikan sikap sebagai kecenderungan belajar manusia. Berdasarkan kecenderungan ini, seorang individu akan merespon suatu objek (atau ide) atau sejumlah hal (atau pendapat) (Tsang *et al.*, 2004). Sikap konsumen terhadap suatu produk diperlukan untuk memahami apa yang dibutuhkan oleh konsumen itu sendiri.

Salah satu analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui sikap konsumen melalui penilaian atribut terhadap suatu produk adalah analisis model sikap Fishbein. Analisis ini mencakup komponen evaluasi kepentingan (ei) dan komponen kepercayaan (bi). Komponen ei mengukur evaluasi konsumen terhadap atribut i dari produk kopi bubuk secara umum, sedangkan komponen bi mengukur kepercayaan konsumen terhadap atribut i yang dimiliki oleh produk kopi. Menurut Susanta (2006), dalam model Fishbein kepercayaan terhadap obyek adalah jumlah total dari kepercayaan yang tidak hanya satu atribut saja tetapi atribut secara keseluruhan yang relevan yang melekat pada obyek.

Hasil evaluasi atribut yang dinilai oleh responden terhadap produk kopi bubuk, secara keseluruhan menunjukkan bahwa semua atribut dinilai penting atau positif oleh konsumen. Tingkat kepentingan yang dinilai oleh konsumen berbeda – beda menurut besarnya skor evaluasi yang diperoleh. Semakin tinggi skor evaluasi yang diperoleh maka semakin penting suatu atribut.

d) **Importance Performance Analysis (IPA)**

Analisis dengan metode IPA ini memetakan atribut ke dalam empat kuadran yaitu (I) Kuadran Prioritas Utama, (II) Kuadran Pertahankan Prestasi, (III) Kuadran Prioritas

Rendah,dan (IV) Kuadran Berlebihan. Pemetaan tersebut berdasarkan rata – rata skoringkat kepentingan dan rata – rata skoringkat kinerja dari masing – masing atribut yang diteliti. Nilai dari tiap rata-rata kepentingan dan kinerja selanjutnya digambar pada diagram kartesius menggunakan bantuan program *SPSS17.0*. Diagram IPA tersebut memetakan atribut-atribut produk ke dalam empat kuadran yang ada.

Tabel4.2. Metode analisis data

No	Tahun pelaksanaan	Metode analisis data
1	2017	<ul style="list-style-type: none"> – Analisis deskriptif – Pengukuran produktifitas EPI
2	2018	<ul style="list-style-type: none"> – Rancang bangun TTG : mesin <i>roaster, grinder, wrapping machine dan slow sand filtration</i> – Analisis deskriptif
3	2019	<ul style="list-style-type: none"> – Model sikap Fishbein – IPA

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5. 1 Deskripsi proses produksi dan limbah

5.1.1 Proses produksi

Proses produksi olahan kopi Puspa Tani Makmur menggunakan bahan baku utama biji kopi Robusta dan Arabika dengan menggunakan air, arang dan sabut kelapa. Jumlah produksi rata-rata per hari kurang lebih menghabiskan 100 kg. Pada saat ini proses pengolahan yang dilakukan oleh Puspa Tani Makmur adalah cara kering. Menurut Clarke dan Macrae (1989), pengolahan kering adalah metode yang paling lama digunakan. Metode ini mudah dikerjakan dan membutuhkan lebih sedikit mesin, lebih ekonomis dan sederhana dibandingkan pengolahan basah. Pengolahan dilakukan dengan pengeringan pada seluruh buah. Berikut proses dan aliran produksi olahan kopi :

1. Pengeringan

Kopi yang dipetik merah harus segera dikeringkan agar tidak mengalami proses kimia yang dapat menurunkan mutu. Pengeringan dilakukan menggunakan sinar matahari. Buah kopi yang telah dipetik merah dihamparkan diatas lantai semen. Proses pengeringan membutuhkan waktu 1-2 minggu tergantung oleh cuaca. Di wilayah perkebunan, sinar matahari hanya dapat digunakan sejak pukul 10.00 hingga pukul 14.00. Pada tahap ini, seringkali jika kondisi tidak menentu petani harus mengangkut kopi menggunakan kendaraan ke wilayah lain yang memiliki waktu terik lebih lama. Pengeringan dianggap sempurna apabila kandungan air maksimum sebesar 12,5% (Clifford dan Wilson, 1985). Kopi yang telah kering selanjutnya disimpan dalam karung plastik putih disusun di dalam rak di suatu ruangan hingga \pm 1 Tahun lamanya. Kapasitas ruangan mampu menampung biji kopi kering sebanyak 2-3 Ton.

Penyimpanan biji kopi dilakukan di lingkungan yang bersih dan jauh dari bau-bauan. Untuk penyimpanan yang lama (lebih dari 1 tahun) karung ditumpuk diatas sebuah palet kayu setebal 10 cm, diberi jarak antara tumpukan karung dengan dinding gudang serta dikontrol kelembabannya pada kisaran (RH) 70 %. Pengudangan bertujuan untuk menyimpan biji kopi sebelum didistribusikan kepada pembeli. Biji kopi disimpan harus terhindar dari serangan hama dan penyakit. Jamur merupakan salah satu pemicu utama menurunnya kualitas kopi terlebih untuk daerah tropis.



Gambar 5.1 Lokasi perkebunan dan proses pengeringan buah kopi petik merah

Proses pengeringan merupakan tahap terpenting pada pengolahan kering karena dapat memberikan efek pada kualitas akhir biji kopi keras. Kopi yang terlalu kering akan mengkerut dan menghasilkan terlalu banyak biji hancur pada saat pengupasan. Kopi yang tidak kering memiliki kadar air tinggi dan cenderung cepat rusak akibat serangan jamur dan bakteri. Biji kopi kering sebelum disimpan digrading terlebih dahulu dimana biji kopi yang cacat atau buahnya kecil dijual ke Pasar Prigen dengan harga berkisar Rp. 22.000 – Rp. 24.000 per kg.

2. Pengupasan kulit (*hulling*)

Pengupasan adalah proses pelepasan kulit buah dari kulit tanduk, dan sangat menentukan mutu fisik dan citarasa seduhan akhir. Kualitas pengupasan/pulping sangat menentukan proses pencucian lapisan lendir, proses pengeringan dan hulling. Untuk kapasitas besar pengupasan dilakukan dengan alat yang digerakkan listrik atau motor sedangkan untuk kapasitas kecil dapat dilakukan dengan alat yang digerakkan manual atau listrik. Terdapat dua jenis mesin pengupas mekanis skala besar yaitu tipe silinder/drum dan piringan/ disc. Tipe drum banyak digunakan, di perkebunan besar, sedang yang tipe disk sudah tidak dioperasikan lagi.

Prinsip kerja mesin pengupas adalah pelecetan kulit buah kopi oleh silinder yang berputar (rotor) pada permukaan pelat yang diam (stator). Profil permukaan stator dan rotor dibuat bertonjolan (kasar). Buah kopi dari tangki siphon diumpangkan ke dalam mesin pengupas lewat corong (*feed hopper*) dan jatuh di permukaan rotor. Gaya putaran silinder mendesak buah kopi hingga terhimpit dan tergencet pada permukaan stator, sehingga kulit buah terkelupas dari biji kopi, kemudian dipisahkan dengan pisau ke saluran yang berbeda.

Kinerja mesin pengupas sangat tergantung pada keseragaman ukuran buah dan celah (gap) antara rotor dan stator. Ukuran celah umumnya sudah diatur pada nilai tertentu dan konstan. Buah kopi yang ukurannya terlalu besar akan terkelupas sampai kulit tanduknya, sedang yang terlalu kecil akan lolos. Untuk menghindari hal tersebut, maka mesin pengupas dilengkapi dengan beberapa rotor dan stator (umumnya tiga pasang), yang disusun secara seri. Ukuran celah diatur berurutan mulai dari paling besar sampai yang terkecil. Dengan demikian, buah kopi yang lolos dari silinder pertama akan terperangkap pada silinder kedua dan seterusnya. menyemprotkan sejumlah air ke dalam celah pengupas. Air berfungsi untuk membantu mekanisme pengupasan, dan pembersihan. Pengupasan buah kopi umumnya dilakukan secara basah, yaitu dengan awal lapisan lendir, mengurangi gaya geser silinder sehingga kulit tanduk tidak pecah dan membantu pengangkutan ke mesin berikutnya. Mesin pengupas silinder dengan putaran 120 - 200 rpm membutuhkan air antara 1 - 3 m³ per jam. Tahap ini diperuntukkan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit ari. Bahan baku sejumlah 100 kg biji kopi menghasilkan limbah kulit sebanyak 40 kg. Selama ini proses pengupasan dilakukan dengan mengupahkan pengupasan dengan mesin orang lain sehingga dibutuhkan tenaga untuk mengangkut dan biaya transportasi.



Gambar 5.2 Proses pengelupasan kulit kopi (*hulling*) yang masih menyewa

3. Fermentasi dan pencucian

Proses fermentasi diterapkan utamanya untuk kopi arabika, dengan tujuan untuk memudahkan pencucian dan diduga memperbaiki citarasa seduhan kopi. Pendapat yang mengatakan bahwa fermentasi dapat meningkatkan citarasa seduhan kopi maka fermentasi menjadi wajib hukumnya. Pendapat lainnya mengatakan bahwa tidak ada manfaatnya fermentasi kecuali hanya untuk memudahkan penghilangan lendir. Pendapat pertama didukung oleh sistem pengolahan kopi arabika, sedangkan pendapat kedua didukung oleh

sistem pengolahan kopi robusta. Bagaimanapun perbedaan kedua pendapat tersebut, fermentasi tidak boleh sampai merusak potensi citarasa kopi yang telah ada.

Tujuan utama fermentasi adalah menghilangkan lapisan lendir yang tersisa di permukaan kulit tanduk kopi. Selama fermentasi terjadi penguraian senyawa lendir buah kopi oleh mikroorganisme. Metode fermentasi yang diterapkan perkebunan besar umumnya adalah cara basah dan cara kering. Proses penghilangan lendir, selain dengan fermentasi, dapat dilakukan dengan cara kimiawi, enzimatik atau mekanis. Fermentasi yang terlalu lama atau tidak tepat metodenya akan menghasilkan biji kopi dengan cacat citarasa *sour* hingga *fermented/stink*. Cacat ini sangat berat dan dihindari oleh sebagian besar pabrikan kopi bubuk.



Gambar 5.3 Proses fermentasi biji kopi

Pada proses fermentasi Puspa Tani Makmur, biji kopi sebanyak 60 kg selanjutnya diolah dengan direndam air selama 10 jam. Perendaman dilakukan menggunakan arang dan sabut kelapa untuk menghilangkan bau tanah, kotoran maupun racun yang mungkin melekat pada biji kopi. Selanjutnya biji kopi yang telah direndam dicuci sebanyak 3 kali. Proses ini membutuhkan 3000 liter air untuk setiap produksinya. Setelah proses pencucian biji kopi dijemur kembali selama 3 hari untuk menghilangkan gas metana. Pengeringan biji kopi relatif lebih mudah dan lebih cepat daripada pengeringan buah kopi, karena jumlah air yang harus diuapkan lebih sedikit, dan biji kopi hanya dilapisi oleh kulit tanduk saja, sehingga hambatan proses penguapan lebih kecil. Dengan demikian, sarana pengeringan untuk buah kopi secara teknis dapat dimanfaatkan untuk pengeringan biji kopi.

Pengeringan sangat menentukan mutu fisik dan citarasa seduhan akhir kopi. Kadar air biji kopi setelah pencucian dan penuritan (*dripping*) berkisar antara 50-55 %. Untuk memenuhi syarat standar perdagangan, kadar air tersebut harus diturunkan sampai 12-13%.

Nilai ini merupakan kadar air keseimbangan biji kopi beras di lingkungan ruang simpan di daerah tropis. Penurunan kandungan air dari biji kopi umumnya dilakukan dengan cara pemanasan. Seperti pada proses pengolahan kering, sumber panas dapat diperoleh dari penjemuran. Penjemuran merupakan cara pengeringan terbaik untuk citarasa terbaik, selama cuaca memungkinkan dan fasilitas mencukupi. Penjemuran dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu di lantai jemur dari semen atau dengan meja pengering. Permukaan semen mempunyai sifat menyerap dan menyimpan energi matahari yang jatuh dipermukaanya. Kemampuan tersebut semakin meningkat jika lantai semen dicat dengan warna gelap (hitam).



Gambar 5.4 Proses pengeringan biji kopi setelah proses fermentasi

Pada pengeringan hari pertama, biji kopi dihamparkan di atas lantai semen dengan ketebalan antara 2 - 5 cm. Mekanisme pengeringan akan dimulai dari kulit tanduk dan diakhiri di dalam biji (kernel). Jika pembalikan dilakukan secara intensif sekali setiap $\frac{1}{2}$ - 1 jam, pada ketebalan tersebut maka kulit tanduk dapat kering dalam satu hari. Pada hari kedua, tebal lapisan biji dapat ditingkatkan tanpa ada resiko pertumbuhan jamur. Waktu pengeringan biji kopi di lantai jemur sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tebal lapisan, frekuensi pembalikan dan kondisi cuaca. Pada cuaca cerah, waktu pengeringan terpendek antara 3 hari. Jika penjemuran melebihi 2 minggu, maka cita-rasa dan aroma biji kopi akan turun. Selanjutnya biji kopi mengalami penyortiran dan diperoleh rata-rata sebanyak 60 kg yang selanjutnya akan disangrai.

4. Penyangraian

Penyangraian biji kopi merupakan suatu proses yang penting dalam industri perkopian yang amat menentukan mutu minuman kopi yang diperolehnya. Proses ini mengubah biji-biji kopi mentah yang tidak enak menjadi minuman dengan aroma dan citarasa lezat. Penyangraian biasanya dilakukan pada tekanan atmosfer, sebagai media pemanas biasanya digunakan udara pemanas atau gas-gas hasil pembakaran. Panas juga diperoleh dengan mengadakan kontak antara kopi beras dengan permukaan metal yang panas. Setelah perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan kandungan air.

Pengolahan biji kopi ini perlu disesuaikan dengan permintaan dan kegemaran konsumen. Tingkatan penyangraian terdiri dari: *light roast* (sangrai cukupan), *medium roast* (sangrai sedang), *dark roast* (sangrai matang). Cara penyangraian yang berlainan ini selain berpengaruh terhadap citarasa, juga turut menentukan warna bubuk kopi yang dihasilkan. Tujuan Penyangraian biji kopi kakao adalah mensintesis senyawa-senyawa pembentuk citarasa dan aroma khas kopi yang ada di dalam biji kopi. Proses penyangraian diawali dengan penguapan air yang ada di dalam biji kopi dengan memanfaatkan panas yang tersedia dan kemudian diikuti dengan penguapan senyawa *volatil* serta proses pirolisis/pencoklatan biji.

Pada proses penyangraian kopi mengalami perubahan warna dari hijau atau cokelat muda menjadi cokelat kayu manis, kemudian menjadi hitam dengan permukaan berminyak. Bila kopi sudah berwarna hitam dan mudah pecah (retak) maka penyangraian segera dihentikan. Selanjutnya kopi segera diangkat dan didinginkan. Kesempurnaan penyangraian kopi dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu panas dan waktu. Kisaran suhu sangrai yaitu untuk tingkat sangrai ringan/warna coklat muda suhu 190-195°C, tingkat sangrai medium/warna coklat agak gelap suhu 200- 205°C. Waktu penyangraian bervariasi dari 7-30 menit tergantung jenis alat dan mutu kopi.

Penyangraian bisa dilakukan secara terbuka atau tertutup. Penyangraian secara tertutup banyak dilakukan oleh pabrik atau industri pembuatan kopi bubuk untuk mempercepat proses penyangraian. Penyangraian secara tertutup akan menyebabkan kopi bubuk yang dihasilkan terasa agak asam akibat tertahannya air dan beberapa jenis asam yang mudah menguap. Namun aromanya akan lebih tajam karena senyawa kimia yang beraroma khas kopi tidak banyak menguap. Selain itu, kopi akan terhindar dari pencemaran bau yang berasal dari luar seperti bahan bakar atau bau gas hasil pembakaran yang tidak sempurna

Suhu penyangraian mempengaruhi karakteristik *flavor* dari ekstrak kopi. Derajat

penyangraian secara kualitatif dilihat dari warna kopi yang telah disangrai. Misalnya *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Warna kopi yang telah disangrai juga mempengaruhi persen *loss* dari bahan-bahan dalam kopi, *light roast* sekitar 3-5 % *loss*, *medium roast* sekitar 5-8 % *loss*, dan *dark roast* sekitar 8-14 % *loss* (termasuk kadar air dalam kopi beras). Hal ini jelas menunjukkan bahwa komposisi senyawa kimia dalam kopi baik *volatil* maupun *non volatil* dipengaruhi oleh derajat penyangraian. Senyawa kimia kopi yang rusak selama penyangraian adalah asam *klorogenat* dan *trigonelin*. Tingkat kerusakan ini sebanding dengan derajat penyangraian. Suhu sangrai yang umum adalah sebagai berikut:

1. *Light Roast* (Sangrai cukupan, suhu 190°C -195°C)
2. *Medium Roast* (Sangrai sedang, suhu 200°C -205°C)
3. *Dark Roast* (Sangrai hitam, suhu diatas 205°C)

Waktu penyangraian bervariasi dari 7 sampai 30 menit tergantung pada jenis alat dan mutu kopi bubuk. Penyangraian diakhiri saat aroma dan citarasa kopi yang diinginkan telah tercapai yang diindikasikan dari perubahan warna biji yang semula berwarna kehijauan menjadi coklat tua, coklat-kehitaman dan hitam. Derajat sangrai dilihat dari perubahan warna biji kopi yang disangrai. Sampel diambil secara periodik dari dalam silinder sangrai lewat lubang sampling. Proses sangrai dihentikan pada saat derajat sangrai biji kopi sudah dipenuhi melalui perbandingan warna dengan warna sampel standar. Nilai kecerahan merupakan ukuran yang dipantulkan ulang suatu benda saat diberi penyinaran dengan panjang gelombang tertentu. Biji kopi beras, sebelum disangrai mempunyai warna permukaan yang hijau.

Derajat penyangraian biasanya dilakukan pada tekanan atmosfer, sebagai media pemanas biasanya digunakan udara panas atau gas-gas hasil pembakaran. Panas juga diperoleh dengan mengadakan kontak antara kopi beras dengan permukaan metal yang panas. Setelah perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan kandungan air, *roasting* biasanya dimulai pada suhu 200°C. Waktu penyangraian yang baik untuk pembuatan kopi sekitar 30 menit, diluar jangka waktu itu akan didapatkan *flavor* yang tidak diinginkan. Perubahan fisik biji kopi selama penyangraian juga penting secara teknis. Ekspansi biji kopi diakibatkan karena berkurangnya densitas sebagai fungsi dari derajat penyangraian dan kecepatan penyangraian. Secara teknis mesin *roasting* haruslah dapat mengatur kontrol suhu yang diperlukan, perataan panas untuk semua bahan, serta dapat tahan panas. Pada industri kopi ini mesin juga biasanya berukuran besar untuk memenuhi kapasitas produksi. Kapasitas mesin *roasting* berkisar dari 1-100 kg dengan proses yang dilakukan..

Kopi merupakan sebagian besar minuman yang dikonsumsi secara luas di dunia.

Daya terima terhadap kopi yang tinggi disebabkan banyak faktor, satu faktor diantaranya yang terpenting adalah aroma, *flavornya*. Di dalam *flavor* kopi terdapat banyak senyawa yang kadarnya kecil sampai yang dominan dan masing-masing menyumbangkan peran penting dalam memberikan sensasi *flavor* secara keseluruhan. Dari sejumlah senyawa penyusun *flavor* kopi telah dilakukan riset yang menunjukkan adanya beberapa senyawa yang berperan penting dan dominan terhadap *flavor* kopi, yaitu *3-Merkapto-3-Metilbutil*. Selanjutnya dijelaskan bahwa *3-Merkapto-3-Metilbutil* Format berasal dari 3- Metil-3-Metilbutanol yang bereaksi dengan asam format menghasilkan *3-Merkapto-3- Metilbutil* Format selama penyangraian biji kopi sedangkan *3-Merkapto-3-Metilbutil* Asetat berasal dari *3-Merkapto-3-Metilbutanol* yang bereaksi dengan asam asetat selama penyangraian biji kopi.

Perlu juga ditekankan bahwa pembentukan kedua senyawa ester tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan jumlah asam format dan asam asetat serta kondisi yang menyebabkan reaktifitas yang optimal kedua asam dalam kaitannya dengan suhu penyangraian dan tekanan pada saat dilakukan penyangraian. Berikut perubahan warna Biji kopi sangrai selama penyangraian. Selama penyangraian, biji kopi mengalami perubahan fisik dan kimiawi yang menyebabkan kehilangan berat yang cukup signifikan karena penguapan air dan beberapa senyawa *volatil* serta pirolisis senyawa hidrokarbon. Pengaruh suhu dalam proses penyangraian kopi sangat berpengaruh nyata dari beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penyangraian pada suhu diatas 200⁰C selama 30 menit menghasilkan biji kopi yang tersangrai dengan baik. Kalangan praktisi industri kopi mengenal 3 tingkatan penyangraian yaitu ringan (*light*), Menengah (*medium*) dan Gelap (*dark*). Proses sangrai diakhiri jika warna biji kopi sudah memenuhi standar warna yang ada. Derajat penyangraian kopi berbeda, yang dapat dilihat dari hasil secara visual dan organoleptik. Bahwa dapat menyimpulkan bahwa hasil yang terbaik adalah pada derajat penyangraian hitam (*dark roast*), ini karena pada *dark roast* ini terjadi pirolisis, kopi mengalami perubahan mengalami perubahan kimia antara lain: Penggarangan serat kasar, terbentuknya senyawa *volatil*, penguapan zat-zat asam dan terbentuknya aroma kopi. Proses penyangraian kopi menghasilkan penyusutan pada biji kopi dimana dari 100 kg yang diolah hanya dihasil 70 kg kopi roasting. Proses penyangraian ini setiap bulannya menghabiskan 20 LPG berukuran 3 kg.



Gambar 5.5 Proses penyangraian biji kopi

5. Penggilingan

Penggilingan adalah proses pemecahan butir-butir kopi yang telah direndang untuk mendapatkan kopi berukuran maksimum 75 mesh. Ukuran butir-butir (partikel-partikel) bubuk kopi berpengaruh terhadap aroma kopi. Secara umum semakin kecil ukurannya maka rasa dan aromanya semakin baik. Hal ini dikarenakan sebagian besar bahan yang terdapat di dalam bahan kopi dapat larut dalam air ketika diseduh. Penggilingan oleh industri kecil atau pabrik menggunakan mesin giling. Mesin ini biasanya sudah dilengkapi alat pengatur ukuran partikel kopi sehingga otomatis bubuk kopi yang keluar berukuran seperti yang diinginkan dan tidak perlu di saring lagi



Gambar 5.6 Proses penggilingan biji kopi sangrai

6. Pengemasan

Kopi yang sudah digiling mudah sekali mengalami perubahan, misalnya perubahan aroma, kadar air, dan ketengikan. Kopi bubuk yang disimpan di tempat terbuka akan kehilangan

aroma dan berbau tengik setelah 2-3 minggu. Kehilangan aroma ini disebabkan oleh menguapnya zat *caffeol* yang beraroma khas kopi. Sementara ketenggikan disebabkan oleh reaksi antara lemak yang terdapat dalam kopi dengan oksigen di udara. Untuk menghindari penurunan mutu kopi, maka kopi yang telah digiling selanjutnya dikemas dalam berbagai ukuran kemasan aluminium foil untuk selanjutnya dipak. Setiap bulannya, Puspa Tani Makmur menghabiskan 1.000 lembar dengan harga per lembarnya Rp. 830,-.



Gambar 5.7 Proses pengemasan kopi bubuk

5.1.2 Limbah proses pengolahan buah kopi menjadi biji kopi

Puspa Tani Makmur memiliki kewajiban untuk menerapkan prinsip pengendalian limbah secara cermat dan terpadu baik di dalam proses produksi (*in-pipe pollution prevention*) maupun setelah proses produksi (*end-pipe pollution prevention*). Pengendalian dalam proses produksi bertujuan untuk meminimalkan volume limbah yang ditimbulkan, juga konsentrasi dan toksisitas kontaminannya. Sedangkan pengendalian setelah proses produksi dimaksudkan untuk menurunkan kadar bahan pencemar sehingga pada akhirnya air tersebut memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan.

Proses pengolahan kopi dilakukan dengan beberapa tahap mulai dari pengupasan kulit sampai kopi menjadi produk akhir berupa kopi bubuk. Dari tahapan-tahapan tersebut diperoleh limbah yang berupa limbah cair dan limbah padat yaitu berupa air sisa pencucian kopi dan limbah kulit kopi dan sisa sortasi. Pengolahan dari limbah tersebut perlu dilakukan agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga dan penggunaan sumber daya dapat diminimalisir.

Limbah cair kopi mengandung bahan organik yang sangat tinggi dan gas bio. Selain limbah cair, industri kopi juga menghasilkan limbah padat berupa kayu atau ranting-

ranting dari batang kopi yang diperoleh pada tahap sortasi. Selain itu, pada proses pengolahan kopi merah (masak) yang diawali dengan pencucian, perendaman, dan pengupasan kulit luar ini akan menghasilkan 60-64% biji kopi dan 26-30% limbah kulit kopi. Setelah proses pengeringan juga dihasilkan limbah jenis padat berupa 10% limbah kulit dalam kopi.

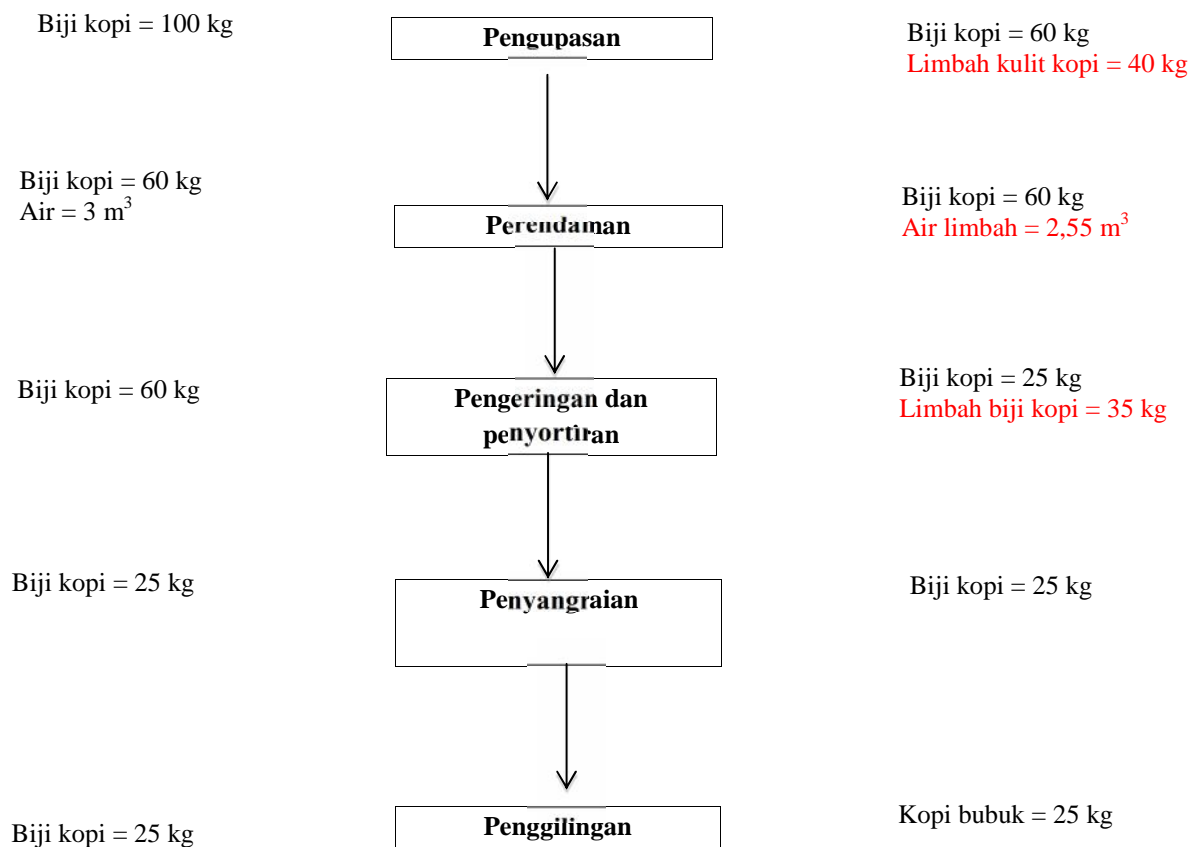
Limbah kulit kopi mengandung protein kasar 10,4 % atau hampir sama dengan bekatul, Karbohidrat sebesar 45,3%, Nitrogen sebesar 2,98%, Phospor 0,18% dan Kalium sebesar 2,26%. Sedangkan kandungan energi metabolisnya 3.356 kkal/kg. Salah satu kendala pemanfaatan kulit kopi sebagai pakan ternak adalah kandungan serat kasarnya yang tinggi (33,14%), sehingga tingkat kecernaannya sangat rendah. Dengan proses amoniasi, tingkat kecernaan kulit kopi bisa ditingkatkan. Teknologi pengolah tersebut dapat menghasilkan hasil olahan limbah yang bermanfaat dan bernilai ekonomis selain mengurangi risiko dari pencemaran lingkungan.



(a) (b)
Gambar 5.8 (a) Limbah cair pengolahan kopi; (b) Limbah padat pengolahan kopi

5.1.3 *Material balance* proses produksi olahan kopi

Proses produksi pada olahan kopi pada Puspa Tani Makmur selama ini berjalan cukup baik. Hal ini ditandai dengan tidak ditemuinya kendala/masalah yang signifikan dalam memproduksi olahan kopi. Namun demikian perlu diketahui produktifitas saat ini untuk peningkatan produktifitas di masa mendatang. Untuk mengetahui produktifitas usaha ini maka perlu diketahui material balance produksi kopi terlebih dahulu sebagaimana terdapat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 *Material balance* produksi olahan kopi

Berdasarkan Gambar 5.9 yang menjadi prioritas pengamatan adalah limbah kulit kopi dan air limbah. Hal ini disebabkan karena limbah biji kopi hasil sortiran masih memiliki nilai ekonomi karena dibeli oleh pengepul sebesar Rp. 5.000 per kg. Sementara dua limbah lainnya seperti kulit kopi dan air limbah hasil perendaman untuk fermentasi selama ini dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu.

5.2 Produktivitas

Produktivitas diukur selama periode Tahun 2016 mulai bulan Maret hingga bulan Pebruari Tahun 2017.

5.2.1 Data input

Input yang digunakan untuk mengukur tingkat produktivitas dalam penelitian ini terdiri dari input bahan baku utama, bahan baku pendukung, biaya energi, biaya maintenance dan biaya tenaga kerja yang digunakan selama 1 Tahun.

1. Input bahan baku

a. Input bahan baku utama

Bahan baku yang digunakan pada proses pengolahan buah kopi menjadi biji kopi meliputi bahan baku utama dan bahan baku pendukung. Bahan baku utama yang digunakan adalah biji kopi. Dalam 1 hari digunakan biji kopi rata-rata 100-150 Kg sehingga dalam satu bulan bahan baku yang digunakan adalah $100 \text{ Kg} \times 30 \text{ hari} = 3.000 \text{ Kg}$. Harga per kg kopi gelondong kering Rp. 10.000,- Rp. 13.500 sehingga biaya bahan baku per bulan = $3.000 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 10.000 = \text{Rp. } 30.000.000,00$. Biaya bahan baku yang telah dikonversi menjadi rupiah dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Input bahan baku utama Tahun 2016

Bulan	Total biaya bahan baku utama (Rp)	Bulan	Total biaya bahan baku utama (Rp)
Maret	40,500,000	September	45,000,000
April	40,500,000	Oktober	48,600,000
Mei	40,500,000	Nopember	44,550,000
Juni	40,950,000	Desember	40,500,000
Juli	43,500,000	Januari	40,500,000
Agustus	45,000,000	Pebruari	40,500,000

b. Input bahan baku pendukung

Bahan baku pendukung berupa bahan pembantu untuk proses pengolahan seperti sabut, arang, kemasan, LPG dan air sebagaimana dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Input bahan baku pendukung

Bulan	Total biaya bahan baku pendukung (Rp)	Bulan	Total biaya bahan baku pendukung (Rp)
Maret	1,472,000	September	2,435,000
April	1,490,000	Oktober	1,576,000
Mei	1,540,000	Nopember	1,472,000
Juni	1,729,000	Desember	1,544,000
Juli	2,145,000	Januari	1,612,000
Agustus	2,269,000	Pebruari	1,630,000

2. Input tenaga kerja

Data input tenaga kerja meliputi gaji para karyawan yang bekerja dalam proses produksi olahan kopi serta bonus yang diterima selama Tahun 2016. Adapun secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Biaya tenaga kerja

Bulan	Total biaya tenaga kerja (Rp)	Bulan	Total biaya tenaga kerja (Rp)
Maret	3,150,000	September	6,825,000
April	3,150,000	Oktober	4,050,000
Mei	3,150,000	Nopember	3,150,000
Juni	4,500,000	Desember	3,150,000
Juli	6,300,000	Januari	3,150,000
Agustus	7,350,000	Pebruari	3,150,000

3. Biaya energi

Biaya energi adalah biaya untuk konsumsi energi listrik untuk produksi dan bahan bakar transportasi yang dipakai selama periode Tahun 2016 hingga Tahun 2017. Adapun secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Biaya energi listrik

Bulan	Total biaya listrik (Rp)	Bulan	Total biaya listrik (Rp)
Maret	1,350,000	September	1,600,000
April	1,350,000	Oktober	1,350,000
Mei	1,350,000	Nopember	1,350,000
Juni	1,500,000	Desember	1,350,000
Juli	1,500,000	Januari	1,350,000
Agustus	1,750,000	Pebruari	1,350,000

4. Biaya *maintenance*

Biaya *maintenance* meliputi biaya yang dipakai untuk perbaikan dan pemeliharaan peralatan selama periode Tahun 2016 hingga Tahun 2017. Adapun secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Biaya *maintenance*

Bulan	Total biaya <i>maintenance</i> (Rp)	Bulan	Total biaya <i>maintenance</i> (Rp)
Maret	750,000	September	1,000,000
April	750,000	Oktober	750,000
Mei	750,000	Nopember	750,000
Juni	1,000,000	Desember	750,000
Juli	1,000,000	Januari	750,000
Agustus	1,000,000	Pebruari	750,000

5. Input total

Biaya input total adalah biaya input keseluruhan yang diperlukan dalam proses produksi setiap bulannya. Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku utama, biaya bahan baku pendukung, biaya tenaga kerja, biaya energi, dan biaya *maintenance*. Adapun secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Biaya input total

Bulan	Total biaya (Rp)	Bulan	Total biaya (Rp)
Maret	47,222,000	September	56,860,000
April	47,240,000	Oktober	56,326,000
Mei	47,290,000	November	51,272,000
Juni	49,679,000	Desember	47,294,000
Juli	54,445,000	Januari	47,362,000
Agustus	57,369,000	Pebruari	47,380,000

5.2.2 Data output

Data output produksi yang dipakai adalah olahan kopi yang diproduksi serta telah dikonversi menjadi rupiah selama periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017. Adapun total output secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Biaya output total

Bulan	Total biaya output (Rp)	Bulan	Total biaya output (Rp)
Maret	63,000,000	September	102,300,000
April	75,000,000	Oktober	82,500,000
Mei	72,000,000	November	75,000,000
Juni	75,000,000	Desember	75,000,000
Juli	105,000,000	Januari	60,000,000
Agustus	115,500,000	Pebruari	57,000,000

5.2.3 Kandungan zat kimia dalam limbah cair

Kandungan zat kimia dalam limbah cair diketahui melalui pemeriksaan terhadap sampel limbah yang dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang seperti yang tertera pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Kandungan zat kimia dalam limbah cair

No	Parameter	Metode	Kadar (mg/l)
1	BOD ₅	S.M.P. 5210.B.2005	2235
2	COD	SNI 06-6989.2.2004	3473

No	Parameter	Metode	Kadar (mg/l)
3	TSS	SNI 06-6989.3.2004	323
4	pH		5

5.2.4 Penyebaran kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui tingkat bahaya dari masing-masing bahan kimia yang terkandung di dalam limbah cair yang telah ditetapkan oleh Bapedal. Parameter yang digunakan ada 4 yaitu BOD₅, COD, TSS dan pH. Tingkat bahaya dibagi 2 bagian yaitu 1) tingkat bahaya berdasarkan parameter keseimbangan lingkungan baik flora maupun fauna dan 2) parameter kesehatan manusia. Kuesioner disebarikan kepada 12 responden yang memiliki kompetensi dalam bidang ilmu Kimia Lingkungan maupun Teknik Lingkungan untuk menjamin kevalidan hasil perhitungan selanjutnya. Kedua belas responden tersebut adalah staff Badan Lingkungan Hidup Surabaya dan Dosen. Skala penilaian berkisar 1 sampai 5, semakin besar angka semakin tinggi bahayanya.

5.2.5 Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan bertujuan untuk menghitung tingkat produktivitas industri kecil olahan kopi (Puspa Tani Makmur), mengukur indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI), menentukan tujuan dan target, menyusun alternatif solusi perbaikan dengan deret seragam dan penyusunan rencana implementasi alternatif yang akan digunakan dan penerapan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

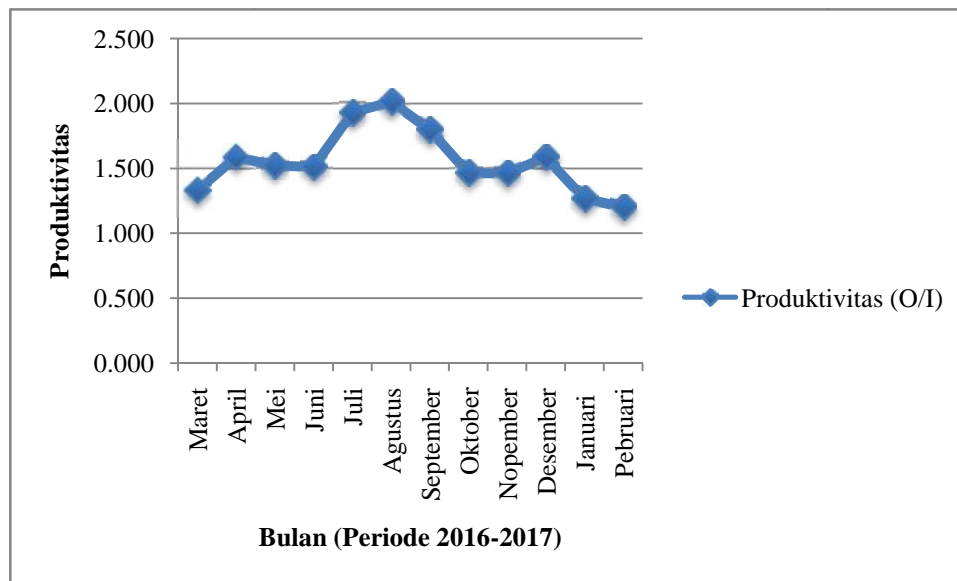
5.2.6 Perhitungan produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara output dan input. Nilai input didapatkan dari penjumlahan biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya energi dan biaya *maintenance* yang dikeluarkan selama proses produksi dalam 1 Tahun. Tingkat produktivitas Puspa Tani Makmur selama Tahun 2016-2017 dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.1.

Tabel 5.9 Tingkat produktivitas Puspa Tani Makmur (Periode 2016-2017)

Bulan	Total Input	Total Output	Produktivitas
	(Rp)	(Rp)	(O/I)
Maret	47,222,000	63,000,000	1.334
April	47,240,000	75,000,000	1.588
Mei	47,290,000	72,000,000	1.523
Juni	49,679,000	75,000,000	1.510
Juli	54,445,000	105,000,000	1.929

Bulan	Total Input	Total Output	Produktivitas
	(Rp)	(Rp)	(O/I)
Agustus	57,369,000	115,500,000	2.013
September	56,860,000	102,300,000	1.799
Oktober	56,326,000	82,500,000	1.465
Nopember	51,272,000	75,000,000	1.463
Desember	47,294,000	75,000,000	1.586
Januari	47,362,000	60,000,000	1.267
Pebruari	47,380,000	57,000,000	1.203



Gambar 5.1 Produktivitas produksi kopi Puspa Tani Makmur

Berdasarkan Gambar 5.1 nilai produktivitas cukup fluktuatif antara 1.203 hingga 2.013. Nilai produktivitas yang tinggi terjadi mulai Bulan Juli hingga Agustus. Hal ini disebabkan kenaikan input bahan baku dikarenakan musim panen kopi. Hasil panen mulai turun pada Bulan September dan Oktober, namun pada bulan Desember produktifitas agak naik meskipun input bahan baku turun dikarena penjualan atau output yang naik.

5.3 Environmental Performance Indicator (EPI)

EPI dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kinerja lingkungan yang telah dicapai oleh Puspa Tani Makmur, berkaitan dengan limbah yang dihasilkan terhadap lingkungan sekitar yang terkena dampaknya.

5.3.1 Pembobotan kuesioner

Sebelum melakukan perhitungan indeks kinerja lingkungan (EPI) yang dilakukan pertama kali adalah melakukan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan nilai bobot

(weight) tingkat bahaya dari masing-masing parameter kandungan bahan kimia limbah cair. Angka penilaian berkisar 1 sampai 5 dimana semakin besar angka semakin tinggi tingkat bahayanya. Pada Tabel 5.10 akan ditunjukkan nilai bobot yang berasal dari rekapan kuesioner oleh 12 responden yang ahli Kimia Lingkungan dan Teknik Lingkungan. Tiap responden mengisi 2 bagian kuesioner. Cara menghitung bobot dari kuesioner menggunakan persamaan 5.1

$$\text{Bobot (Wi)} = \left(\sum \text{Xi.Si} \right) / n \dots \dots \dots \text{Persamaan 5.1.}$$

Persamaan tersebut digunakan ketika jumlah responden tidak mencapai jumlah minimum dalam pengujian kuesioner yaitu 30 karena dengan jumlah tersebut akan sulit sekali menguji validitas dari kuesioner yang diberikan.

Tabel 5.10 Hasil pembobotan kuesioner

No	Parameter kimia	Tingkat bahaya					Total	Bobot (Wi)
		1	2	3	4	5		
1	BOD ₅	0	0	0	3	21	24	23,4
2	COD	0	0	0	4	20	24	23,2
3	TSS	0	0	0	5	19	24	23
4	pH	0	0	0	4	20	24	23,2

5.3.2 Perhitungan indeks EPI

Tabel 5.10 dapat diketahui bahwa bobot yang paling besar terletak pada BOD₅, artinya BOD₅ merupakan parameter yang berbahaya menurut 12 responden. Bobot yang telah didapat dari penyebaran kuesioner digunakan untuk menghitung indeks EPI dengan persamaan 5.2.

$$\text{Indeks EPI} = \sum \text{Wi. Pi} \dots \dots \dots \text{Persamaan 5.2.}$$

Wi merupakan bobot yang didapatkan dari hasil kuesioner pada Tabel 4.10. Pi merupakan prosentase penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair dengan hasil analisis. Pi diperoleh dari persamaan 5.3.

$$P = (\text{Standar-Analisis}) / \text{Standar} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan 5.3.}$$

Tabel 5.11 Hasil perhitungan EPI

Variabel	Bobot (Wi)	Standar baku mutu limbah cair SK.Gub.Jatim No.45/2002	Hasil analisis	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi*Pi)
BOD ₅	23,4	150	2235	-13,9	-325,26

Variabel	Bobot (Wi)	Standar baku mutu limbah cair SK.Gub.Jatim No.45/2002	Hasil analisis	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi*Pi)
COD	23,2	300	3473	-10,57	-245,37
TSS	23	100	323	-2,23	-51,29
pH	23,2	6-9	5		-
Total indeks EPI					-621,92

Hasil menunjukkan nilai indeks EPI sebesar -621,92 yang memiliki arti bahwa belum dilakukan upaya pengelolaan lingkungan.

5.3.3 Penentuan tujuan dan target

Berdasarkan permasalahan yang muncul di Puspa Tani Makmur selanjutnya disusun tujuan dan target yang ingin dicapai perusahaan berhubungan dengan implementasi *green productivity* (GP). Dari tingkat produktivitas yang telah dihitung diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan air sebagai bahan baku pembantu sangatlah tinggi. Tingginya biaya tenaga kerja disebabkan karena belum dimilikinya mesin pengupas kulit kopi (*Huller*) sehingga masih menyewa.

Proses sewa ini membutuhkan tenaga kerja lebih untuk mengangkut berikut biaya transportasi. Biaya ini semakin besar ketika musim panen kopi tiba (Juni-September) karena buah kopi yang petik merah harus segera dikeringkan dan diolah lebih lanjut agar tidak turun kualitasnya karena tumbuhnya jamur. Tambahan tenaga kerja juga diperlukan pada saat pengeringan biji kopi, dimana terbatasnya panas di wilayah Ledug menjadikan buah kopi harus dibawa ke tempat lain untuk dijemur sehingga memperoleh waktu dan intensitas panas yang lebih panjang. Selain itu terjadi in efisiensi penggunaan air disebabkan oleh proses pencucian bertahap dan langsung sekali pakai buang. Upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi kejadian ini adalah dengan meminimalisasi jumlah tenaga kerja. Adapun tujuan dan target yang hendak dicapai terdapat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Penentuan tujuan dan target *green productivity*

Tujuan	Target
Mengurangi tenaga kerja sewa	Memaksimalkan proses pengupasan biji kopi dan memaksimalan proses pengeringan
Mengurangi konsumsi air	Meminimalisasi penggunaan air pada proses produksi

5.3.4 Penyusunan alternatif solusi

Mengacu pada permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai dalam *green productivity*, yaitu meminimalisasi penggunaan air pada proses produksi dan meminimalisasi penggunaan tenaga kerja sewa maka dirumuskan alternatif untuk mengurangi penggunaan keduanya adalah sebagai berikut :

1. Memakai mesin pengupas kopi sebanyak 1 buah kapasitas 125 kg/jam dan daya 2,2 kW untuk mempermudah pengupasan kopi. Mesin ini menggunakan motor diesel dikarenakan agar ketika listrik mati tidak mengalami gangguan produksi. Introduksi mesin ini membuat proses pengupasan tidak perlu dilakukan dengan menyewa mesin *huller* sehingga menghemat biaya produksi. Penggunaan mesin ini mampu menghemat biaya produksi sebesar 40%;
2. Membuat bak perendaman air untuk pencucian kopi berukuran 2,4 x 1,2 x 0,85 m dengan daya tampung mencapai 2,45 m³. Pembuatan bak ini akan menghemat penggunaan air sebanyak 30% di dalam proses pencucian serta memudahkan pengelolaan limbah.

5.3.5 Pemilihan alternatif solusi

Berdasarkan alternatif yang telah disusun nantinya akan dipilih satu alternatif yang akan diimplementasikan sebagai usaha perbaikan. Terdapat 3 hal yang menjadi dasar pertimbangan pemilihan alternatif solusi yaitu sebagai berikut :

1. Analisis finansial dari tiap alternatif dengan *net present value* (NPV);
2. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat produktivitas;
3. Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat EPI.

5.3.5.1 Analisis finansial tiap alternatif

Analisis finansial ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari implementasi masing-masing alternatif dari segi finansial. Analisis kelayakan finansial dilakukan menggunakan *net present value*. Sebelum menghitung NPV terlebih dahulu dilakukan perhitungan biaya investasi, biaya operasi dan biaya penghematan dari masing-masing tiap alternatif.

Alternatif 1

- a) Biaya investasi awal

Biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli mesin pengupas kopi (*huller*) 1 buah lengkap dengan perangnya kurang lebih Rp. 20.000.000.

b) Biaya operasional *maintenance*

Jika alternatif 1 diimplementasikan maka akan ada biaya tambahan yang harus dikeluarkan sebagai operasional yaitu biaya perawatan/maintenance. Perawatan mesin per tahun membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.000.000 untuk lubrikasi, servis maupun ganti *sparepart* yang rusak.

c) Penghematan

Jika alternatif 1 dipilih untuk diimplementasikan maka akan ada penghematan biaya transportasi, biaya sewa *huller*, dan biaya tenaga kerja. Penghematan tersebut mampu memotong biaya produksi sebesar 40%. Proses produksi di dalam 1 hari rata-rata menghabiskan biaya Rp. 1.500.000 sehingga setelah menggunakan peralatan ini, penghematan biaya menjadi :

$$\begin{aligned} &= 40\% \times \text{Rp. } 1.500.000 \\ &= \text{Rp. } 600.000 \end{aligned}$$

Biaya bahan bakar untuk mengoperasikan *huller* 1 jam adalah :

$$\begin{aligned} &= 0,2 \text{ liter} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 7.800/\text{liter} \\ &= \text{Rp. } 1.560/\text{jam} \end{aligned}$$

Di dalam proses pengupasan biji kopi dengan kapasitas 130-150 kg memerlukan waktu 1-2 jam setiap harinya sehingga biaya bahan bakar yang diperlukan di dalam 1 tahun sebesar :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 1.560/\text{jam} \times 2 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.123.200/\text{tahun.} \end{aligned}$$

d) Tenaga kerja

Penggunaan tenaga kerja juga dapat ditekan. Pada alternatif 1 yang semula untuk bagian pengupasan membutuhkan 3 orang tenaga kerja untuk mengangkut menjadi 2 orang pekerja. Biaya tenaga kerja per tahun menjadi :

$$\begin{aligned} &= 1 \times \text{Rp. } 30.000 \times 30 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 10.800.000/\text{tahun} \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Biaya dan penghematan alternatif 1

Investasi awal		Rp. 20.000.000
Biaya operasional <i>maintenance</i>		Rp. 1.000.000
Total biaya operasional		Rp. 1.000.000

Penghematan	Bahan bakar	Rp. 1.123.000
	Tenaga kerja	Rp. 10.800.000
Total penghematan		Rp. 11.923.000

Alternatif 2

a) Biaya investasi awal

Biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun bak pencucian kopi berukuran 2,45 m³ adalah sebesar Rp. 6.955.000 dengan estimasi pembuatan selama 5 hari. Adapun rincian biaya dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Rincian pembuatan bak pencucian

Rincian biaya	Jumlah	Harga (Rp.)	Total (Rp.)
Semen (sak)	6	55.000	330.000
Batu bata (biji)	500	1.000	5.000.000
Pasir (colt)	1	225.000	225.000
Pekerja (orang/per hari)	2	125.000	1.250.000
Filter (buah)	1	50.000	50.000
Kran (buah)	1	100.000	100.000
Total			6.955.000

b) Biaya operasional *maintenance*

Jika alternatif 2 diimplementasikan maka akan ada biaya tambahan yang harus dikeluarkan sebagai operasional yaitu biaya perawatan/maintenance. Perawatan bangunan per tahun membutuhkan biaya sebesar Rp. 100.000 untuk pembelian sikat pada saat pembersihan.

c) Penghematan

Jika alternatif 2 dipilih untuk diimplementasikan maka akan ada penghematan biaya listrik untuk pencucian air. Air yang digunakan dapat dihemat hingga sebesar 30%. Penghematan air terjadi pada proses pencucian pertama dan perendaman. Proses ini menggunakan air rata-rata 3 m³, sehingga setelah menggunakan bangunan ini terjadi penghematan air sebesar:

$$= 30\% \times 3 \text{ m}^3$$

$$= 0,9 \text{ m}^3$$

Untuk mengalirkan $0,9 \text{ m}^3$ dibutuhkan waktu 1,2 jam, sehingga biaya listrik yang digunakan untuk pencucian pertama dan perendaman dalam 1 hari (Tarif dasar listrik Rp. 1.467,28/kWh)

$$= \text{Rp. } 1.467,28/\text{kWh} \times 1,2 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 1.760,73/\text{hari}$$

$$= \text{Rp. } 1.760,73/\text{hari} \times 30 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 633.864,96 /\text{tahun}$$

d) Tenaga kerja

Penggunaan tenaga kerja juga dapat ditekan. Pada alternatif2 yang semula untuk bagian pencucian membutuhkan 3 orang tenaga kerja menjadi 2 orang pekerja. Biaya tenaga kerja per tahun menjadi :

$$= 1 \times \text{Rp. } 30.000 \times 30 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 10.800.000/\text{tahun}$$

Tabel 5.15 Biaya dan penghematan alternatif 2

Investasi awal		Rp. 6.955.000
Biaya operasional <i>maintenance</i>		Rp. 100.000
Total biaya operasional		Rp. 100.000
Penghematan	Listrik	Rp. 633.864
	Tenaga kerja	Rp. 10.800.000
Total penghematan		Rp. 11.433.000

Perhitungan Net Present Value (NPV)

Perhitungan analisis kelayakan pada masing-masing alternatif dihitung sampai jangka waktu 10 tahun dengan asumsi yang digunakan sebagai berikut :

- a) Suku bunga pinjaman 11,83% (Sumber : Bank Indonesia)
- b) Tingkat inflasi 3,82 % (Agustus 2017) (Sumber : Bank Indonesia)
- c) Pajak 30% (Sumber : UU No. 36 Tahun 2008)
- d) Biaya modal alternatif 1 sebelum kena inflasi Rp. 20.000.000
- e) Biaya modal alternatif 2 sebelum kena inflasi Rp. 6.955.000

Adapun perhitungan NPV untuk tiap alternative terdapat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

Tabel 5.16 Perhitungan NPV alternative 1

Alternatif-1	Tahun 0	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Tahun 6	Tahun 7	Tahun 8	Tahun 9	Tahun 10
Pengeluaran											
<i>Maintenance</i>	20,000,000	1,000,000	1,055,400	1,113,870	1,175,578	1,240,704	1,309,440	1,381,982	1,458,544	1,539,348	1,624,628
Pendapatan											
Penghematan	-	11,923,000	12,378,459	12,851,316	13,342,236	13,851,909	14,381,052	14,930,409	15,500,750	16,092,879	16,707,627
<i>Cashflow</i>	-20,000,000	10,923,000	11,323,059	11,737,446	12,166,658	12,611,205	13,071,612	13,548,427	14,042,206	14,553,531	15,082,999
Pajak 30%	-	3,276,900	3,396,918	3,521,234	3,649,997	3,783,362	3,921,484	4,064,528	4,212,662	4,366,059	4,524,900
Pendapatan setelah pajak	-20,000,000	7,646,100	7,926,141	8,216,212	8,516,661	8,827,844	9,150,129	9,483,899	9,829,544	10,187,472	10,558,099
Depresiasi	-	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
<i>Net Cashflow</i>	-20,000,000	7,946,100	8,226,141	8,516,212	8,816,661	9,127,844	9,450,129	9,783,899	10,129,544	10,487,472	10,858,099
NPV	IDR28,130,271.61										

Tabel 5.17Perhitungan NPV alternative 2

Alternatif-2	Tahun 0	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Tahun 6	Tahun 7	Tahun 8	Tahun 9	Tahun 10
Pengeluaran											
<i>Maintenance</i>	6,955,000	100,000	103,820	107,786	111,903	116,178	120,616	125,224	130,007	134,973	140,129
Pendapatan											
Penghematan	-	11,433,000	11,869,741	12,323,165	12,793,910	13,282,637	13,790,034	14,316,813	14,863,715	15,431,509	16,020,993
<i>Cashflow</i>	-6,955,000	11,333,000	11,765,921	12,215,379	12,682,006	13,166,459	13,669,418	14,191,589	14,733,708	15,296,536	15,880,863
Pajak 30%	-	3,399,900	3,529,776	3,664,614	3,804,602	3,949,938	4,100,825	4,257,477	4,420,112	4,588,961	4,764,259
Pendapatan setelah pajak	-6,955,000	7,933,100	8,236,144	8,550,765	8,877,404	9,216,521	9,568,592	9,934,113	10,313,596	10,707,575	11,116,604
Depresiasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Net Cashflow</i>	-6,955,000	7,933,100	8,236,144	8,550,765	8,877,404	9,216,521	9,568,592	9,934,113	10,313,596	10,707,575	11,116,604
NPV	IDR40,224,591.22										

5.3.5.2 Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap produktifitas

Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan produktifitas yang dapat dicapai jika melaksanakan tiap alternatif, maka dapat diestimasi berdasarkan penghematan yang diperoleh.

Alternatif 1

Estimasi output

Jika melaksanakan alternatif 1 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap output sehingga outputnya diestimasi berdasarkan rata-rata output selama periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Estimasi output} &= \text{Rp. } 957.300.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 79.775.000 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

Estimasi input

Estimasi input digunakan untuk perhitungan produktivitas adalah input bahan baku utama, bahan baku pendukung, input tenaga kerja, biaya energi dan biaya maintenance.

a. Estimasi input bahan baku utama

Jika melaksanakan alternatif 1 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap jumlah input bahan baku utama sehingga dihitung berdasarkan rata-rata input periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017.

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 510.600.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 42.550.000 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

b. Estimasi input bahan baku pendukung

Implementasi alternatif 1 tidak mempengaruhi bahan baku pendukung sehingga tidak mengalami perubahan. Adapun input bahan baku pendukung adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 20.914.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.742.833 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

c. Estimasi input tenaga kerja

Implementasi alternatif 1 akan mempengaruhi jumlah input tenaga kerja yang digunakan terjadi penghematan tenaga kerja.

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 51.075.000/12 \text{ bulan} - \text{Rp. } 10.800.000/12 \\ &= \text{Rp. } 4.256.250 - \text{Rp. } 900.000 \\ &= \text{Rp. } 3.356.250 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

d. Estimasi biaya energi

Implementasi alternatif 1 akan mempengaruhi jumlah input biaya energi yang digunakan melalui penghematan biaya transportasi

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Rp. } 17.150.000/12 \text{ bulan} - \text{Rp. } 1.123.200/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.429.167 - \text{Rp. } 93.600 \\ &= \text{Rp. } 1.335.567 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

e. Estimasi biaya maintenance

Implementasi alternatif 1 akan menyebabkan penambahan biaya maintenance

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Rp. } 10.000.000/12 \text{ bulan} + \text{Rp. } 1.000.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 833.333 - \text{Rp. } 83.333 \\ &= \text{Rp. } 750.000 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

f. Estimasi input

$$\begin{aligned} \text{Estimasi input} &= \text{input bahan baku utama} + \text{bahan baku pendukung} + \text{biaya tenaga} \\ &\quad \text{kerja} + \text{biaya energi} + \text{biaya maintenance} \\ &= \text{Rp. } 42.550.000 + \text{Rp. } 1.742.833 + \text{Rp. } 3.356.250 + \text{Rp. } 1.335.567 + \\ &\quad \text{Rp. } 750.000 \\ &= \text{Rp. } 49.734.650 \end{aligned}$$

Estimasi produktifitas

Estimasi produktifitas melalui implementasi alternatif 1 adalah output rata-rata dibagi input rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas} &= (\text{output rata-rata}/\text{input rata-rata}) \times 100\% \\ &= (\text{Rp. } 79.775.000 / \text{Rp. } 50.811.583) \times 100\% \\ &= 157\% \end{aligned}$$

Dengan mengimplementasikan alternatif 1 akan memberikan kontribusi terhadap tingkat produktifitas sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi produktifitas} &= (\text{Estimasi output rata-rata}/\text{estimasi input rata-rata}) \times 100\% \\ &= (\text{Rp. } 79.775.000 / \text{Rp. } 49.734.650) \times 100\% \\ &= 171\% \end{aligned}$$

Alternatif 2

Estimasi output

Jika melaksanakan alternatif 2 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap output sehingga outputnya diestimasi berdasarkan rata-rata output selama periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Estimasi output} &= \text{Rp. } 957.300.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 79.775.000 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

Estimasi input

Estimasi input digunakan untuk perhitungan produktivitas adalah input bahan baku utama, bahan baku pendukung, input tenaga kerja, biaya energi dan biaya maintenance.

a. Estimasi input bahan baku utama

Jika melaksanakan alternatif 2 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap jumlah input bahan baku utama sehingga dihitung berdasarkan rata-rata input periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017.

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 510.600.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 42.550.000 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

b. Estimasi input bahan baku pendukung

Impelementasi alternatif 2 tidak mempengaruhi bahan baku pendukung sehingga tidak mengalami perubahan. Adapun input bahan baku pendukung adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 20.914.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.742.833 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

c. Estimasi input tenaga kerja

Implementasi alternatif 1 akan mempengaruhi jumlah input tenaga kerja yang digunakan terjadi penghematan tenaga kerja.

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 51.075.000/12 \text{ bulan} - \text{Rp. } 10.800.000/12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 4.256.250 - \text{Rp. } 900.000 \\ &= \text{Rp. } 3.356.250 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

d. Estimasi biaya energi

Implementasi alternatif 1 akan mempengaruhi jumlah input biaya energi yang digunakan melalui pengehamatan biaya transportasi

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 17.150.000/12 \text{ bulan} - \text{Rp. } 633.864,96 /12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.429.167 - \text{Rp. } 52.822,08 \\ &= \text{Rp. } 1.376.344,22 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

e. Estimasi biaya maintenance

Implementasi alternatif 1 akan menyebabkan penambahan biaya maintenance

$$\begin{aligned}\text{Estimasi} &= \text{Rp. } 10.000.000/12 \text{ bulan} + \text{Rp. } 100.000 /12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp. } 833.333 - \text{Rp. } 8.333,33 \\ &= \text{Rp. } 824.999,67 \text{ per bulan}\end{aligned}$$

f. Estimasi input

$$\begin{aligned}\text{Estimasi input} &= \text{input bahan baku utama} + \text{bahan baku pendukung} + \text{biaya tenaga kerja} \\ &\quad + \text{biaya energi} + \text{biaya maintenance}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 42.550.000 + \text{Rp. } 1.742.833 + \text{Rp. } 3.356.250 + \text{Rp. } .376.344,22 + \\
&\text{Rp. } 824.999,67 \\
&= \text{Rp. } 48.850.426,9
\end{aligned}$$

Estimasi produktifitas

Estimasi produktifitas melalui implementasi alternatif 1 adalah output rata-rata dibagi input rata-rata

$$\begin{aligned}
\text{Produktifitas} &= (\text{output rata-rata}/\text{input rata-rata}) \times 100\% \\
&= (\text{Rp. } 79.775.000 / \text{Rp. } 50.811.583) \times 100\% \\
&= 157 \%
\end{aligned}$$

Dengan mengimplementasikan alternatif 1 akan memberikan kontribusi terhadap tingkat produktifitas sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Estimasi produktifitas} &= (\text{Estimasi output rata-rata}/\text{estimasi input rata-rata}) \times 100\% \\
&= (\text{Rp. } 79.775.000 / \text{Rp. } 48.850.426,9) \times 100\% \\
&= 163 \%
\end{aligned}$$

5.3.5.3 Estimasi kontribusi tiap alternatif terhadap tingkat EPI

Berdasarkan kedua alternatif yang ada selanjutnya dilakukan estimasi kontribusi terhadap tingkat EPI. Dari kedua alternatif tersebut jika dilakukan keduanya tidak memberikan pengaruh terhadap konsentrasi kandungan zat kimia dalam limbah cair yang dihasilkan. Hal ini menjadikan kedua alternatif tidak memberikan kontribusi terhadap peningkatan EPI. Namun bukan berarti kedua alternatif tidak memberikan perbaikan kinerja lingkungan. Berdasarkan konsep waste reduction yang menjadikan pijakan pada penelitian ini dinyatakan bahwa perbaikan kinerja atau kualitas lingkungan tidak hanya dengan pengurangan konsentrasi limbah tetapi juga dapat dilakukan melalui pengurangan jumlah limbah itu.

Alternatif 1

Jumlah limbah cair total saat ini

$$\begin{aligned}
&= 85\% \times 3 \text{ m}^3/\text{hari} \\
&= 2,55 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Pada saat implementasi alternatif 1 tidak mengalami pengurangan volume limbah cair

Alternatif 2

Jumlah limbah cair total saat ini

$$= 85\% \times 3 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 2,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jumlah total limbah cair jika alternatif2 diimplementasikan

$$= (100-30)\% \times 85\% \times 3 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1,785 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Besarnya prosentase pengurangan jumlah limbah

$$= \frac{(2,55 - 1,785) \text{ m}^3/\text{hari}}{2,55 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 100\%$$

$$= 30\%$$

5.3.5.4 Pemilihan alternatif

Pemilihan alternatif yang menjadi bahan pertimbangan terkait rencana aksi yang akan diimplementasikan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 18 Pemilihan alternatif implementasi

Pertimbangan	Alternatif 1	Alternatif 2
Analisis finansial berdasarkan NPV	Rp. 28.130.271,61	Rp. 40.224.591,22
Estimasi terhadap produktifitas	171 %	163%
Besar pengurangan limbah cair	0 %	30%

5.3.5.5 Penyusunan rencana implementasi

Berpijak pada dasar pertimbangan analisis finansial, estimasi tingkat produktifitas dan besarnya pengurangan limbah. Hasil menunjukkan alternatif 1 memberikan keuntungan dan peningkatan produktifitas yang lebih besar namun tidak memberikan perbaikan kinerja lingkungan. Sebaliknya pada alternatif 2 meskipun memberikan keuntungan yang lebih kecil namun memberikan pengurangan limbah cair yang cukup signifikan yaitu sebesar 30%. Hal inilah yang menyebabkan kinerja lingkungan menjadi meningkat. Selain itu, alternatif 2 memberikan peningkatan produktifitas meskipun tidak sebesar alternatif 1 yaitu sebesar 163%. Berdasarkan hasil diskusi dengan Puspa Tani Makmur maka kedua alternatif diimplementasikan dengan tujuan meningkatkan produktifitas sekaligus meningkatkan kinerja lingkungan.

5.3.5.6 Penerapan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Metode 3R (*reduce, reuse, recycle*) adalah suatu strategi untuk mencegah atau mengurangi timbulnya limbah yang menjadi akibat dari proses produksi. Penerapan 3R dilakukan berdasarkan alternatif yang dipilih untuk diimplementasikan.

Reduce adalah upaya untuk mengurangi pemakaian bahan baku agar seefisien mungkin dalam proses produksi. Melalui alternatif ini, *reduce* dapat dilakukan dengan menghemat atau mengoptimalkan penggunaan air untuk mengurangi volume limbah cair yang dihasilkan dari pencucian atau perendaman.

Reuse adalah upaya penggunaan limbah untuk digunakan kembali tanpa proses pengolahan. Pada penerapan alternatif ini, limbah cair yang dihasilkan tidak dapat digunakan kembali karena air tersebut sudah tidak higienis sedangkan untuk proses pencucian atau perendaman harus menggunakan air yang bersih agar kualitas kopi yang dihasilkan tetap baik.

Recycle adalah upaya pemanfaatan limbah dengan cara proses daur ulang melalui pengolahan fisik atau kimia. Melalui alternatif ini air limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan biogas bersamaan dengan limbah cair dari proses lainnya. Atau dapat dilakukan daur ulang yang nantinya dapat digunakan kembali untuk proses pencucian

BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Mengimplementasikan kedua alternatif terpilih di tahun ke-2 serta mengukur dampaknya terhadap peningkatan produktifitas Puspa Tani Makmur

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan dari periode pelaporan kemajuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Berdasarkan perhitungan indeks EPI didapatkan bahwa nilai sebesar -621,229. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja lingkungan Puspa Tani Makmur masih dibawah standar. Nilai negatif menandakan bahwa terdapat banyak kandungan zat kimia dalam limbahnya yang melampaui batas maksimum standar Bapedalda Jawa Timur (Keputusan Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang bahan baku mutu limbah cair bagi industri;
- b) Tingkat produktifitas rata-rata Puspa Tani Makmur periode Bulan Maret Tahun 2016 hingga Bulan Pebruari Tahun 2017 adalah sebesar 1.5567. Ini menunjukkan produktifitas masih cukup baik;
- c) Permasalahan yang terjadi di Puspa Tani Makmur adalah intensitas penggunaan air yang berlebihan serta proses produksi yang tidak efisien dikarenakan keterbatasan peralatan sehingga harus sewa yang berdampak pada biaya tenaga kerja dan biaya transportasi;
- d) Pada penelitian ini dari perumusan alternative untuk peningkatan produktifitas dilakukan semua berdasarkan hasil brainstorming dengan Puspa Tani Makmur. Mengacu pada permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai dalam *green productivity*, yaitu meminimalisasi penggunaan air pada proses produksi dan meminimalisasi penggunaan tenaga kerja sewa maka dirumuskan alternatif untuk mengurangi penggunaan keduanya adalah sebagai berikut 1) Memakai mesin pengupas kopi sebanyak 1 buah kapasitas 125 kg/jam dan daya 2,2 kW untuk mempermudah pengupasan kopi. 2) Membuat bak perendaman air untuk pencucian kopi berukuran 2,4 x 1,2 x 0,85 m dengan daya tampung mencapai 2,45 m³. Berdasarkan analisis NPV diperoleh alternatif 1 memberikan analisis finansial Rp. 28.130.271,61 estimasi peningkatan produktifitas sebesar 171% dan besar pengurangan limbah cair sebesar 0%. Sedangkan alternative 2 memberikan analisis finansial sebesar Rp. 40.224.591,11 peningkatn produktifitas sebesar 163% dan efisiensi pengurangan limbah cair sebesar 30%.

7.2 Saran

Perlu segera dilakukan penyusunan penanganan limbah pengolahan kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams M, Ghaly AE. 2005. *Application of Industrial Ecology to the Central American Coffee Industry*. In: Proceedings of the Second Exergy, Energy and Environment Symposium; Kos, Greece, 3 – 7 July 2005. Paper No. IEEEES2 – 006.
- Adams M, Ghaly AE. 2007. An integral framework for sustainability assessment in agro-industries: Application to The Costa Rican Coffee Industry. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 13: 83-102.
- Anonim, 2012a. *Proses Pembuatan Kopi Luwak*. [http:// proses-pembuatan-kopiluwak.html](http://proses-pembuatan-kopiluwak.html). Akses Tanggal 20 Oktober 2012. Makassar
- Anonim, 2012b. *Pengolahan Kopi Cara Kering*. [http:// www.starfarmagris.co.cc.html](http://www.starfarmagris.co.cc.html). Akses Tanggal 20 Oktober 2012. Makassar.
- Anonim, 2012c. *Standar Nasional Indonesia bubuk kopi*. http://www.bi.go.id/web/id/DIBI/Info_Eksporir/Profil_komoditi/StandartMutu/mutu_kopi.htm. Akses Tanggal 20 Oktober 2012. Makassar.
- Baon JB, Sukasih R, Nurkholis. 2005. Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi: pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan* 2005 21(1): 31-42.
- Bekalo SA, Reinhardt HW. 2010. Fibers of Coffee Husk and Hulls for the Production of Particleboard. *Materials and Structure* 43: 1049-1060.
- Braham JE, Bressani R. 1979. *Coffee Pulp. Composition, Technology and Utilization*. Ottawa, Canada: The Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) and IDRC.
- Brooker, D. B., F. W. Bakker-arkema and C. W. Hall, 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI publishing Company, Inc. Westport.
- Calvert KC. 1999 *The Microbiology of Coffee Processing, part 3*. PNGCRI Coffee Research Newsletter.
- Ciptadi, W. dan Nasution, M.Z. 1985. *Pengolahan Kopi*. Fakultas Teknologi Institut Pertanian Bogor.
- Clarke, R. J. and Macrae, R. 1987. *Coffe Technology (Volume 2)*. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Clarke RJ, Macrae R, editor. 1989. *Coffee Volume 2: Technology*. London and New York: Elsevier Applied Science
- Cohen JM, Hannah SA. 1971. *Coagulation and Flocculation. Water Quality and Treatment. A Handbook of Public Water Supplies*. New York: McGrawHill Book Company.
- Departemen Perindustrian. 2012. *Roadmap industri pengolahan kopi*. Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia.
- Droste RL. 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*.

Canada: John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.

Estiasih, Teti dan Kgs Ahmadi, 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara. Malang.

GeiserK. 2001. Cleaner Production Perspectives 2: Integrating CP into Sustainability Strategies. *UNEP Industry and Environment*, January – June, 2001: 33-36.

Hall, C. W. 1957. *Drying and Storage of Agriculture Crops*. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut.

Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering. 3 rd ed*. The AVI publ. Co., Inc, Westport, Connecticut, USA.

Herman.2008. Perkembangan dan Prospek Komoditas Kopi. *TinjauanKomoditas Perkebunan Vol 8 No.1 Desember 2008*. Bogor: Lembaga RisetPerkebunan Indonesia.

Indrasti NS, Fauzi AM. 2009. *Produksi Bersih*. Bogor: IPB Press.

IsmayadiC, Zaenudin. 2003. Pola produksi infestasi jamur dan upaya pencegahan kontaminasi ochratoxin-A pada kopi Indonesia. *Warta PusatPenelitian Kopi dan Kakao Indonesia 2003*, 19(1): 45-60.

Kasryno F. 2002. Strategi Pembangunan Pertanian yang Berorientasi pada Petani Kecil dalam Analisis Kebijakan: Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agroindustri. Di dalam Sudaryanto T, Rusastra IW, Syam A, Ariani M, editor. *Analisis Kebijakan:Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agro Industri*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial EkonomiPertanian Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Londra IM, Andri KB.2009. Potensi pemanfaatan limbah kopi untuk pakan penggemukan kambing peranakan Etawah. *Makalah di dalam Seminar Nasional Inovasi untuk Petani dan Peningkatan Daya Saing Produk Pertanian*. Malang, 28 Juli 2009..

Malina JF,Pohland FG. 1992. *Design of Anaerobic Processes for TheTreatment of Industrial and Municipal Wastes*. Water Quality ManagementLibrary. Lancaster-Basel, USA: Technomic Publishing Co., Inc..

Mangunwidjaja D, Sailah I.2005. Pengantar Teknologi Pertanian. Jakarta:Penebar Swadaya.

Mawardi S.2008. Strategi ekspor komoditas perkebunan dalam situasi krisis finansial global, kasus pada kopi. *Makalah di dalam Seminar Nasional danDisplay Product Dies Natalis FakultasPertanian Universitas Jember ke-44*.Jember, 23 Desember 2008.

Mendoza RB, Rivera CMF. 1998. Start-up of an anaerobic hybrid UASB/filter reactor treating wastewater from a coffee processing plant. *AnaerobeEnvironmental Microbiology Vol. 4*: 219–225.

Mulato, Sri. 2002. *Simposium Kopi 2002 dengan tema Mewujudkan perkopian Nasional Yang Tangguh melalui Diversifikasi Usaha BerwawasanLingkungan dalam Pengembangan Industri Kopi Bubuk Skala KecilUntuk Meningkatkan Nilai Tambah Usaha Tani Kopi Rakyat*. Denpasar 16 – 17 Oktober 2002. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

- Munasinghe M. 2010. *Sustainomics Framework and Practical Application*. MIND Press. Srilanka: Munasinghe Institute for Development.
- Najiyati S, Danarti. 2006. *Kopi, Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Noor E. 2006. *Produksi Bersih*. Materi Pelatihan Audit Lingkungan, 11-20 September 2008. Cisarua: Kerjasama Departemen Biologi FMIPA dengan PKSDM Ditjen Dikti Depdiknas. [21 Agustus 2008].
- Pangabean, Edy. 2012. *The Secret of Barista*. PT Wahyumedia. Jakarta.
- Pelupessy W. 2003. Environmental Issues in The Production of Beverages: Global Coffee Chain. Di dalam: Mattsson B, Sonesson U, editor. *Environmentally-Friendly Food Processing*. Cambridge England: CRC Press, Woodhead Publishing Limited. hlm 95-115.
- Pudjiastuti L. 1999. *Produksi Bersih*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pujiyanto. 2007. Pemanfaatan kulit buah kopi dan bahan mineral sebagai amelioran tanah alami. *Pelita Perkebunan* 23 (2) 2008: 104-117.
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Retnandari ND, Tjokrowinoto M. 1991. *Kopi Kajian Sosial Ekonomi*. Yogyakarta: Penerbit Aditya Media.
- Reynolds TD, Richards PA. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. 2nd ed. Boston: PWS Publishing Company: 166 –218.
- Said EG, Harizt IA. 1998. Reorientasi pembangunan ekonomi Indonesia dalam era reformasi: Peranan sektor agribisnis dan agroindustri. *Usahawan* No. 10 Th XXVII Oktober 1998.
- Sanchez G, Olguin EJ, Mercado G. 1999. *Accelerated Coffee Pulp Composting*. Biodegradation 10: 35-41. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Saptana, Sumaryanto. 2002. Profil Industri Perkebunan dan Industri Berbahan Baku Hasil Tanaman Perkebunan. Di dalam Sudaryanto T, Rusastra IW, Syam A, Ariani M, editor. *Analisis Kebijakan: Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agro Industri*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Siswanto, Widiyastuti, Y. 2004. *Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat Komersial, Edisi Revisi*. Penebar Swadaya. Depok.
- Sri Najiyati dan Danarti. 2004. *Budidaya Tanaman Kopi dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taib, G., Gumbira Said, dan S. Wiraatmadja. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.

[UNEP]United Nations Environment Programme. 1994. *Government Strategies and Policies for Cleaner Production*. Paris: UNEP Industry & Environment.

Yusdja Y, Iqbal M. 2002. Kebijakan Pembangunan Agroindustri dalam Analisis Kebijakan: Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agroindustri. Di dalam Sudaryanto T, Rusastra IW, Syam A, Ariani M, editor. *Analisis Kebijakan: Paradigma Pembangunan dan Kebijakan Pengembangan Agro Industri*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Balai Penelitian & Pengembangan Pertanian.