

KAJIAN PENERAPAN PRODUKSI BERSIH DI AGROINDUSTRI KOPI WULAN, KECAMATAN MAESAN, KABUPATEN BONDOWOSO

THE APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION IN WULAN COFFEE AGROINDUSTRY MAESAN SUB DISTRICT BONDOWOSO REGENCY

Elida Novita^{1✉}, Khotijah², Dian Purbasari¹, Hendra Andiananta Pradana²

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian/Alam dan Lingkungan, Pascarsajana, Universitas Jember

✉Komunikasi Penulis, email: elida_novita.ftp@unej.ac.id

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv10.i2.263-273>

Naskah ini diterima pada 1 April 2021; revisi pada 23 April 2021; disetujui untuk dipublikasikan pada 3 Mei 2021

ABSTRACT

Wulan Coffee Agroindustry is one of agroindustries in region of Bondowoso that applies the semi-wet method and it has potential to be certified by Geographical Indications (IG). The wastes of arabica coffee processing at Wulan Coffee Agroindustry is directly thrown to the surrounding environment without being treatment first, because of that, it is worried that can affect human health and the environment. Therefore, further treatment is necessary to reduce the impact of waste pollutions and improve the efficiency of processing by using cleaner production technology. This study aimed to examine the priority alternative of cleaner production at Wulan Coffee Agroindustry. The method used in this study is descriptive quantitative with mass balance analysis, energy balance analysis, feasibility analysis, and priority analysis of cleaner production application using the method of AHP (Analytical Hierarchy Process). The waste management alternative in the Wulan Coffee Agroindustry were coffee pulp waste processing i.e. cascara tea, briquettes, and animal feed, also the waste water of coffee processing as biogas. The cleaner production applied in the Wulan Coffee Agroindustry had an alternative of cascara tea. It was the priority scale to be applied because technically factor and financial factor consist of NPV, IRR, B/C ratio, and PBP were respectively Rp 1,286,765,196; 48%; 5.52, and 0.80 year or 9 month 18 days. Therefore, the result of AHP analysis using expert choice application showed that cascara tea was the priority alternative of cleaner production application with value of 15,4.

Keyword: arabica coffee, assessment, Bondowoso, feasibility analysis, waste utilization

ABSTRAK

Agroindustri Kopi Wulan merupakan salah satu agroindustri di Kabupaten Bondowoso yang menerapkan metode olah semi basah dan berpotensi memperoleh sertifikasi Indikasi Geografis (IG). Limbah pengolahan kopi arabika di Agroindustri Kopi Wulan dibuang langsung ke lingkungan sekitar tanpa adanya penanganan terlebih dahulu, sehingga dikhawatirkan dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, perlu adanya penanganan lebih lanjut untuk mengurangi dampak dari pencemaran limbah dan meningkatkan efisiensi pengolahan dengan menerapkan teknologi produksi bersih. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji prioritas alternatif penerapan produksi bersih di Agroindustri Kopi Wulan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, dengan analisis kesetimbangan massa, kesetimbangan energi, dan analisis kelayakan serta analisis prioritas penerapan produksi bersih menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Hasil penelitian menunjukkan potensi alternatif pengelolaan limbah pada limbah kulit kopi sebagai teh cascara, briket, dan pakan ternak serta air limbah pengolahan kopi menjadi biogas. Berdasarkan hasil analisis AHP selain produksi biji kopi dan kopi bubuk, agroindustri kopi Wulan dapat memproduksi teh Cascara sebagai alternatif penerapan produksi bersih. Teh Cascara merupakan skala prioritas utama untuk diterapkan karena secara teknis sangat berpotensi dan memiliki NPV Rp 1.286.765.196; IRR 48%; B/C 5,52; dan PBP 0,80 tahun atau 9 bulan 18 hari. Adapun hasil analisis AHP menggunakan aplikasi *expert choice* menunjukkan bahwa teh cascara merupakan prioritas alternatif penerapan produksi bersih dengan nilai 15,4.

Kata kunci: analisis kelayakan, Kabupaten Bondowoso, kopi arabika, pemanfaatan limbah, penilaian

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas perkebunan nasional yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia (Wardhana *et al.*, 2016). Salah satu indikator kontribusi kegiatan perekonomian yaitu dengan penambahan luas areal tanaman kopi. Peningkatan luas areal tanaman kopi di Kabupaten Bondowoso terjadi cukup signifikan, adapun peningkatan lahan tersebut sebesar 4.68 % sejak tahun 2011 hingga tahun 2016 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017). Agroindustri Kopi Wulan merupakan salah satu agroindustri kopi di Kabupaten Bondowoso yang memproduksi kopi Arabika melalui pengolahan semi basah dan berpotensi memperoleh sertifikasi Indikasi Geografis (IG). Pengolahan kopi secara basah menghasilkan limbah padat dan air limbah yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan buah kopi sejumlah 1 ton di Agroindustri Kopi Wulan akan menghasilkan limbah kulit buah kopi sebesar 60% dan air limbah pengolahan kopi sebesar 90% (Khotijah *et al.* 2019). Buah kopi secara fisik proporsinya 51,59 % biji dan 48,41 kulit dan daging buah (Londra dan Sutami, 2013). Sejalan dengan fenomena tersebut, Novita (2012), pengolahan kopi secara basah dapat menghasilkan biji kopi dengan mutu yang lebih baik, namun pengolahan basah relatif tidak ramah lingkungan karena menghasilkan limbah padat, cair dan gas. Adapun nilai BOD dan COD dari air limbah pengolahan kopi secara berurutan sebesar 1157-11008 mg/L dan 1839-42335 mg/L (Novita *et al.* 2019).

Pengolahan basah meliputi proses sortasi rambang, pengupasan kulit buah, fermentasi, pencucian, pengeringan. Pada Agroindustri Kopi Wulan, limbah pengolahan langsung dibuang ke lingkungan sekitar tanpa adanya penanganan terlebih dahulu. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya penanganan lebih lanjut untuk mengurangi pencemaran limbah dan meningkatkan efisiensi melalui kajian penerapan produksi bersih. Produksi bersih merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk mengelola lingkungan yang bersifat pencegahan, terpadu, dan diterapkan secara berkelanjutan sehingga mengurangi resiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Indrasti dan Fauzi,

2009). Merujuk pada kajian yang dilakukan oleh Syarief *et al.* (2012), pemanfaatan air limbah pengolahan kopi menjadi biogas merupakan salah satu alternatif penerapan produksi bersih. Biogas tersebut dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi untuk pengolahan kopi. Selain itu, penerapan produksi bersih pada industri *nata de coco* dapat mengurangi produksi air limbah dan limbah padat secara berurutan sebesar 72,8% dan 98,2% serta mampu meningkatkan keuntungannya (Ariyanti *et al.* 2013). Oleh sebab itu, penerapan produksi bersih pada beberapa industri berdampak positif terhadap lingkungan dan ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui alternatif utama penerapan produksi bersih di Agroindustri Kopi Wulan.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai bulan Agustus 2019. Pelaksanaan penelitian bertempat di Agroindustri Kopi Wulan Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso dan Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, kuisisioner, kamera dan alat tulis, botol sampel, botol *winkler* 250 mL, erlenmeyer 1000 mL, pipet volumetrik 50 mL, pipet suntik, buret, corong, neraca analitik, desikator, pH meter, TDS meter, reaktor COD HI 839800, dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi arabika gelondong, air, air limbah pengolahan kopi, aquadest, H_2SO_4 20 N, larutan amilum 5%, reagen COD HR (*High Range*), larutan mangan sulfat 40%, larutan alkali iodida azida dan larutan natrium tiosulfat.

2.1. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari lima proses. Langkah-langkah pada penelitian yakni sebagai berikut:

1. Observasi Lapang dan Identifikasi Masalah
Tahapan pertama adalah identifikasi masalah dilakukan dengan observasi lapang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang

ada di Agroindustri Kopi Wulan serta hal apa saja yang perlu diperbaiki.

2. Pengambilan data sekunder dan data primer
Data sekunder meliputi proses pengolahan kopi arabika, baku mutu air limbah kopi arabika, kandungan limbah pengolahan kopi, dan produksi bersih pada pengolahan kopi. Sedangkan, data primer meliputi identifikasi neraca massa, neraca energi, dan identifikasi karakteristik limbah hasil pengolahan kopi dan hasil kuesioner AHP.

3. Identifikasi Alternatif Potensi Penerapan Produksi Bersih

Analisis dilakukan untuk mengetahui alternatif tindakan produksi bersih apa saja yang dapat diterapkan, maka selain melakukan analisis neraca massa dan neraca energi juga melakukan analisis tingkat permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian menggunakan kuesioner, sehingga dapat mengetahui masalah apa saja yang terjadi di Agroindustri Kopi Wulan. Analisis ini dilakukan berdasarkan lima kriteria yaitu biaya operasi, kebermanfaatan, dampak terhadap lingkungan, nilai tambah dan menghitung jumlah biaya dan manfaat jika alternatif tersebut di implementasikan di Agroindustri Kopi Wulan.

4. Analisis Kelayakan Teknis dan Finansial

Analisis kelayakan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari masing-masing alternatif tindakan produksi bersih yang akan diterapkan. Analisis yang digunakan meliputi dua aspek yaitu analisis kelayakan teknis dan kelayakan finansial (Kadariah, 2001). Kelayakan teknis digunakan untuk mengevaluasi tentang proses pengolahan, penggunaan bahan baku, peralatan yang digunakan dan tenaga kerja atau SDM yang dibutuhkan. Sedangkan, analisis kelayakan

finansial menurut Indrasti dan Fauzi (2009), merupakan suatu analisis yang digunakan untuk menentukan apakah penerapan alternatif produksi bersih dapat diteruskan atau tidak. Analisis finansial menggunakan perhitungan *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *benefit cost ratio* (B/C Ratio), dan *pay back period* (PBP) (Indrasti dan Fauzi, 2009).

2.1.1. Analisis Prioritas Penerapan Produksi Bersih Menggunakan Metode AHP

Analisis ini dilakukan dengan beberapa tahap, diantaranya sebagai berikut:

1) Penyusunan Hierarki pada metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Susunan hierarki terdiri dari goal, kriteria dan alternatif (Marimin, 2004). Penyusunan hierarki disesuaikan dengan permasalahan dan kondisi yang ada di Agroindustri Kopi Wulan. Penentuan kriteria-kriteria yang meliputi faktor, aktor, dan tujuan harus berhubungan dengan *goal* yang ingin dicapai. Struktur hierarki pada metode AHP disajikan pada Gambar 1.

2) Penyusunan Pertanyaan Kuesioner pada Metode AHP

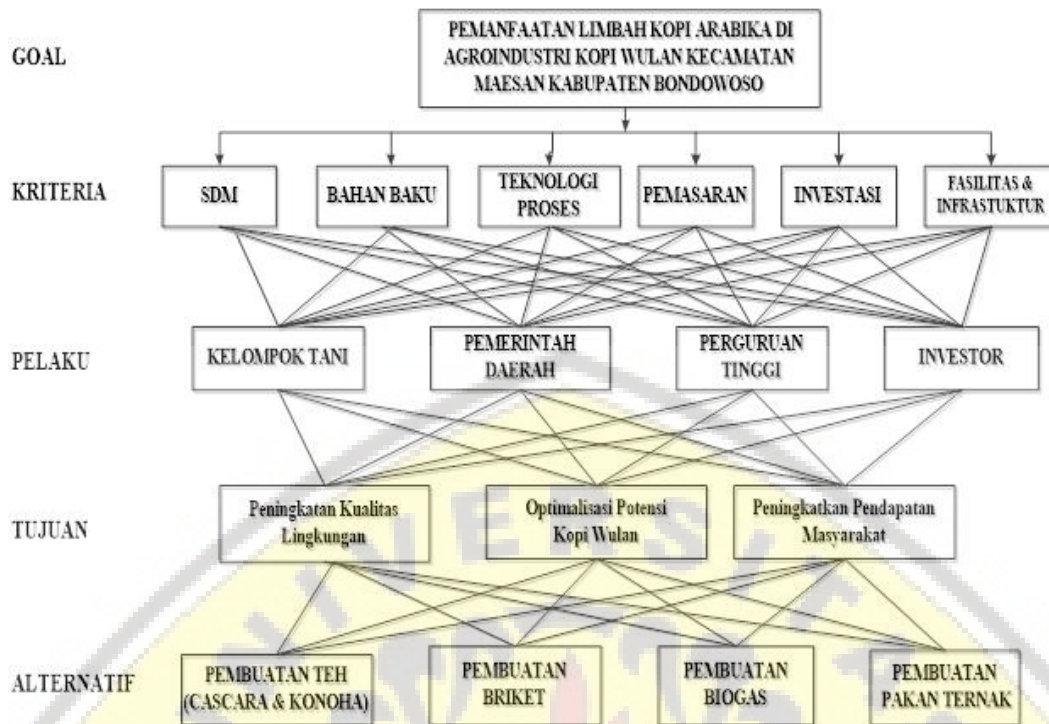
Penyusunan didasarkan pada hierarki yang sudah di bentuk. Di dalam setiap *point* pertanyaan akan membentuk sebuah matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

3) Penentuan Pakar Responden Kuesioner pada Metode AHP

Penentuan pakar responden ditentukan dengan metode *judgement sampling* yaitu memilih calon responden sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan atau responden yang pernah mengetahui agroindustri dan mengkonsumsi

Tabel 1. Skala *Comparative Judgement* (Marimin, 2004)

Nilai	Definisi
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat lebih penting dari pada elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dari pada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan



Gambar 1. Struktur Hierarki pada Metode AHP

produk minimal satu kali. Prosedur pengambilan sampel pakar responden dilakukan dengan sengaja (*convience sampling*).

4) Penentuan Prioritas Utama Alternatif Penerapan Produksi Bersih pada Metode AHP dengan Menggunakan Aplikasi *Expert Choice* Prosedur kerja aplikasi *expert choice* yaitu software akan secara otomatis melakukan perbandingan berpasangan dengan membandingkan kriteria untuk kepentingan dalam pengambilan keputusan. *Software* juga secara otomatis melakukan konsistensi penilaian data untuk menentukan alternatif terbaik sekaligus juga melakukan uji validasi dan melakukan analisis sensitivitas terhadap semua alternatif yang ada. Hasil yang akan didapatkan yaitu nilai prioritas dari setiap alternatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kesetimbangan Massa Pengolahan Kopi Arabika

Bahan baku yang digunakan yaitu kopi Arabika matang berwarna merah. Proses pengolahan kopi Arabika dilakukan setiap panen raya dengan minimal berjumlah 1000 kg. Analisis kesetimbangan massa ini dilakukan untuk

mengetahui *input* dan *ouput* pengolahan pasca panen kopi Arabika di Agroindustri Kopi Wulan. Identifikasi ini dilakukan secara menyeluruh pada setiap tahapan prosesnya, mulai dari sortasi rambang, pengelupasan kulit buah, fermentasi, pencucian, dan pengeringan. Kestimbangan massa proses pengolahan kopi Arabika Agroindustri Kopi Wulan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisis kesetimbangan neraca massa dalam 1000 kg produksi kopi arabika menghasilkan biji kopi dengan kulit tanduk atau kopi dengan *Hard Skin* (HS) berkadar air 12% sebesar 257 kg, limbah padat 605 kg, air limbah pengolahan kopi 1344 kg.

3.2. Analisis Pencemaran Air Limbah Pengolahan Kopi Arabika

Pengolahan kopi Arabika di Agroindustri Kopi Wulan menghasilkan limbah padat dan air limbah. Limbah padat yang dihasilkan adalah *pulp* kopi yang berasal dari sortasi rambang, pengupasan kulit buah sedangkan air limbah dari sortasi rambang, pengupasan kulit buah, dan pencucian. Limbah padat di Agroindustri Kopi Wulan dimanfaatkan sebagai bahan dasar teh cascara dan sebagian dibuang ke sawah, sedangkan air limbah dibuang langsung ke selokan tanpa adanya penanganan terlebih dahulu. Air limbah pengolahan kopi Arabika

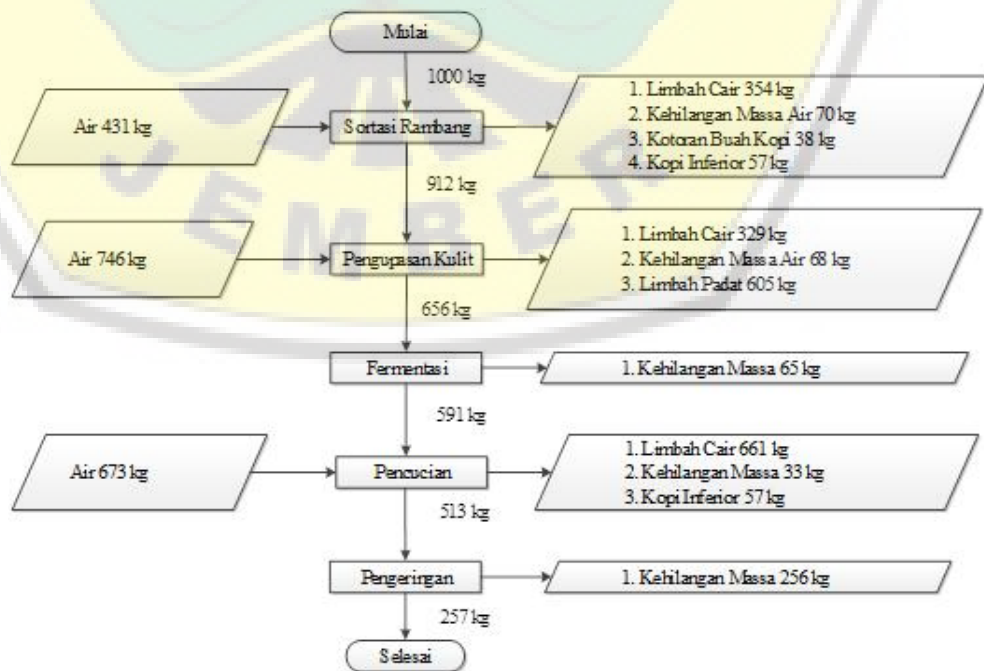
dianalisis untuk menentukan tingkat pencemarannya dan menentukan alternatif penanganan yang tepat agar limbah tersebut tidak berbahaya terdapat kesehatan manusia dan lingkungan. Tabel 2 merupakan hasil analisis karakteristik air limbah pengolahan kopi Arabika Agroindustri Kopi Wulan dan baku mutu air limbah. Hasil pengukuran air limbah pengolahan kopi Arabika Agroindustri Kopi Wulan melebihi batas maksimal baku mutu air limbah kopi yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014, sehingga harus dilakukan penanganan limbah sebelum dibuang ke badan air atau lingkungan agar tidak membahayakan lingkungan sekitar. Selain itu air limbah pengolahan kopi memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme air (Novita *et al.* 2018).

3.3. Identifikasi Alternatif Penerapan Produksi Bersih

Identifikasi ini dilakukan untuk mengetahui alternatif tindakan produksi bersih apa saja yang dapat diterapkan di Agroindustri Kopi Wulan sesuai kondisi dan kebutuhan di lokasi penelitian, sehingga dilakukan analisis tingkat permasalahan setiap proses pengolahan. Analisis permasalahan dilakukan secara menyeluruh dari sortasi rambang, pengupasan kulit buah, fermentasi, pencucian dan pengeringan. Semua dampak permasalahan yang telah diidentifikasi dapat dilihat pada Tabel 3. Sistem penilaiannya menggunakan aplikasi *expert choice*. Pada tabel tersebut tidak semua permasalahan dan solusinya akan ditindak lanjuti. Pada proses sortasi, pengupasan kulit buah dan pencucian menghasilkan air limbah, sehingga diperlukan identifikasi solusi alternatif dari penanganan

Tabel 2. Hasil Analisis Karakteristik Air Limbah Pengolahan Kopi Arabika

No	Parameter	Baku Mutu	Nilai			Satuan
			Sortasi Rambang	Pengupasan Kulit	Pencucian	
1	pH	6-9	5.9	5.9	5.2	-
2	TDS	-	5453	33723	10506	mg/L
3	TSS	150	974	3245	5947	mg/L
4	BOD ₅	90	828	2310	2014	mg/L
5	COD	200	3377	5055	3344	mg/L



Gambar 2. Diagram Kesenjangan Massa Pengolahan Kopi Arabika

Tabel 3. Identifikasi Permasalahan dan Alternatif Produksi Bersih

Proses Pengolahan	Permasalahan	Solusi/ Alternatif	Manfaat Ekonomi	Manfaat Lingkungan	Keterangan
Sortasi Rambang	Banyak terdapat kopi gelondong yang tidak dapat diproduksi lebih lanjut karena mutunya kurang layak.	Kopi gelondong dapat diolah menjadi pakan ternak dan teh cascara	Dapat mengurangi biaya guna memenuhi kebutuhan pakan ternak.	Dapat mengurangi potensi pencemaran akibat air limbah dari aktivitas sortasi.	Sudah dilakukan
	Banyak limbah seperti daun, tangkai dan tanah yang masih menempel pada buah kopi.	Limbah daun dapat diolah menjadi bahan campuran pupuk kompos.	Dapat mengurangi penggunaan air pada tanaman sekitar.		Belum dilakukan
	Menghasilkan air limbah dari aktivitas sortasi yang cukup banyak.	Air limbah pengolahan kopi dapat digunakan untuk menyiram tanaman sayuran di sekitar area produksi	Meningkatkan pendapatan pihak agroindustri.		Belum dilakukan
Pengupasan Kulit Buah	Terdapat biji kopi yang larut bersamaan dengan keluarnya kulit kopi.	Limbah padat kulit kopi dapat diolah menjadi teh kulit kopi (<i>cascara</i>) dan briket.	Mengoptimalkan <i>output</i> pengupasan kulit kopi untuk dijadikan produk komersil.	Dapat mengurangi potensi pencemaran terhadap lingkungan akibat air limbah pengolahan kopi.	Belum dilakukan
	Limbah padat dibiarkan menumpuk di sekitar area produksi.	Limbah padat kulit kopi dapat diolah menjadi bahan dasar pakan ternak.	Meningkatkan pendapatan.	Dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.	Belum dilakukan
	Air limbah dibiarkan mengalir langsung ke selokan.	Air limbah dapat ditampung untuk diolah menjadi bahan dasar biogas.	Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.		Belum dilakukan
Fermentasi	Tidak ada tempat khusus untuk proses fermentasi (masih menggunakan karung)	Disediakan tempat untuk proses fermentasi kopi arabika.	Dapat meningkatkan kualitas <i>output</i> bahan fermentasi	Tidak merusak lingkungan akibat lendir yang terus mengalir.	Belum dilakukan
Pencucian	Air limbah tidak dimanfaatkan, melainkan langsung dibuang ke selokan.	Perlu instalasi penampungan air limbah sehingga dapat diolah menjadi bahan baku biogas.	Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil	Dapat mengurangi potensi pencemaran lingkungan akibat limbah pencucian	Belum dilakukan
			Meningkatkan pendapatan		Belum dilakukan
Pengeringan	Para-para yang digunakan berbahan dasar besi sehingga mudah berkarat.	Perlu modifikasi para-para dengan cara menaikkan ketinggian alat.	Efisien	Dapat meminimalisasi penggunaan tempat penjemuran.	Belum dilakukan
	Para-para bisa berbahan dasar kayu, namun dapat meningkatkan kadar air saat penjemuran di pagi hari.	Perlu adanya modifikasi bentuk para-para antara berbahan dasar besi dan kayu.			Belum dilakukan
	Para - para yang digunakan berbentuk persegi panjang sehingga hanya cukup satu kali penjemuran.				

limbah tersebut. Selama ini di Agroindustri Kopi Wulan belum menerapkan adanya penanganan, melainkan air limbah pengolahan kopi langsung dibuang ke selokan pemukiman warga. Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan di Agroindustri Kopi Wulan dan musyawarah mufakat dengan pihak Agroindustri Kopi Wulan terdapat alternatif pengelolaan limbah yang mendukung penerapan produksi bersih. Alternatif tersebut pengolahan kulit buah kopi sebagai produk teh cascara, briket, pakan ternak dan biogas. Kulit kopi arabika berpotensi sebagai bahan baku teh cascara karena terbukti mengandung antioksidan yang sekitar 50% karbohidrat, 10% protein, 20% serat, 2,5% lemak, dan 1,3% kafein (Pandey, 2000). Kulit kopi berpotensi sebagai bahan baku briket karena memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah, serta kandungan sulfur yang cukup rendah (Budiawan, 2014). Kulit kopi berpotensi sebagai bahan baku pakan ternak karena mengandung protein 75-150 g/kg, lemak 20-70 g/kg dan karbohidrat 210-320 g/kg (Rojas *et al.* 2003). Sedangkan air limbah pengolahan kopi memiliki nilai kandungan bahan organik BOD berkisar antara 3.100-14.340 mg/L dan COD sebesar 5.000-35.000 mg/L yang dapat dimanfaatkan sebagai biogas melalui proses anaerobik (Novita *et al.* 2019).

3.4. Analisis Kelayakan

3.4.1. Kelayakan Teknis

Analisis kelayakan teknis berfungsi untuk mengkaji kesesuaian teknis yang diterapkan di agroindustri melalui kapasitas penggunaannya, efisiensi terhadap air dan energi, minimalisasi limbah dan dampak lingkungan yang berbentuk polusi baik polusi udara, tanah, air dan limbah baik limbah padat maupun cair. Parameter yang digunakan dalam aspek teknis terdapat empat, diantaranya yaitu bahan baku, proses, alat yang digunakan, dan tenaga kerja (SDM).

1) Teh Cascara

Teh cascara merupakan teh dari kulit kopi (*pulp*) matang berwarna merah yang dikeringkan dan biasanya disebut juga *coffee cherry tea*. Esquivel dan Jimenez (2012) menyebutkan bahwa limbah *pulp* kopi memiliki komposisi seperti karbohidrat (35%), protein 10%, fiber (30,8%) dan mineral (10,7%), protein (8,9%), gula (4,1%). Pembuatan teh cascara menggunakan

bahan baku limbah kulit kopi *cherry* arabika yang dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-3 hari hingga kadar air 15%. Setiap 1000 kg pengolahan kopi Arabika akan menghasilkan 605 kg limbah padat. Limbah padat kulit kopi tidak semuanya dapat digunakan sebagai bahan baku teh cascara karena masih ada tahap sortasi. Jumlah limbah kulit kopi yang digunakan sebagai bahan baku teh cascara sebesar 400 kg. Pembuatan teh cascara terlebih dahulu kulit kopi yang sudah disortasi dikeringkan selama 2 – 3 hari di bawah sinar matahari. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2000), kulit kopi dikeringkan hingga mencapai kadar air maksimal yaitu 8.00 %. Setelah kering kulit kopi dihaluskan menggunakan mesin *disk mill* atau bisa dengan cara ditumbuk halus. Kulit kopi yang sudah halus selanjutnya dikemas dalam kantong teh dan dapat siap saji untuk di masak lalu diseduh layaknya teh pada umumnya. Sebagian dari kegiatan pembuatan teh cascara dilakukan manual dan sebagian juga menggunakan mesin. Alat yang dibutuhkan untuk pembuatan teh cascara yaitu oven, *disk mill*, dan *hand sealer*. Alat sebagian sudah tersedia di Agroindustri Kopi Wulan, salah satunya yaitu mesin *sealer* untuk pengemasan. Agroindustri Kopi Wulan memiliki anggota kelompok tani berjumlah 40 orang dengan jumlah pekerja tetap agroindustri sebanyak 7 orang. Dalam melakukan proses produksi teh cascara dari kulit kopi arabika tidak membutuhkan ahli karena sudah ada pekerja yang bisa melakukan tahap pengolahan sesuai dengan standar pengolahan teh cascara atau teh dari kulit kopi. Esquivel dan Jimenez (2012) menyatakan dalam penelitiannya bahwa *pulp* kopi dapat diolah menjadi produk minuman istimewa (nikmat dan menyehatkan) dengan proses yang sangat sederhana namun memiliki potensi ekonomis yang sangat menjanjikan.

2) Briket

Pembuatan briket kulit kopi menggunakan bahan campuran tepung tapioka sebagai perekat. Limbah kulit kopi awalnya dibersihkan dan dijemur langsung dibawah sinar matahari sampai kering yang kemudian dilakukan proses pengarangan. Pengarangan dilakukan dengan cara memasukkan kulit kopi ke dalam tabung pembakaran, kemudian tabung ditutup lalu membakarnya sambil memutar-mutar tabung pembakaran agar arang yang diperoleh merata.

Setelah pembakaran selesai arang dari tabung dikeluarkan dan kemudian dihaluskan dan diayak. Arang yang telah halus selanjutnya dicampurkan dengan bahan perekat. Selanjutnya dimasukkan kedalam alat pencetak briket kemudian ditekan. Hasil cetakan kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering dan ada juga yang di oven sampai benar – benar kering. Sebagian dari kegiatan pembuatan briket dilakukan menggunakan alat dan sebagian dikerjakan manual. Pembuatan briket alat yang dibutuhkan yaitu tabung pembakaran, ayakan, kompor gas, tabung gas dan alat pencetak briket (Fitri, 2017). Alat-alat yang dibutuhkan untuk pembuatan briket belum tersedia di Agroindustri Kopi Wulan. Sedangkan untuk melakukan proses produksi briket di Agroindustri Kopi Wulan masih membutuhkan tenaga ahli karena masih belum pernah memproduksi briket dan belum ada pekerja yang memahami proses produksinya.

3) Pakan Ternak

Pemanfaatan kulit buah kopi dinilai sangat penting karena volumenya sangat tinggi. Kulit atau biasa disebut *pulp* dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak. Limbah kulit kopi yang telah dikupas selanjutnya dicampur dengan dedak sesuai dengan perlakuan serta disemprot dengan larutan EM4. Kemudian diaduk hingga tercampur menjadi adonan yang berikutnya dimasukkan ke dalam plastik. Kegiatan pembuatan pakan ternak dilakukan secara manual, alat yang dibutuhkan antara lain: terpal, plastik, sekop, pengaduk, karung, timbangan dan *hand sprayer*. Proses produksi pakan ternak tidak membutuhkan tenaga ahli karena sudah ada pekerja yang bisa melakukan produksi pakan ternak. Pada tahun 2012 pihak Agroindustri Kopi Wulan pernah membuat produk pakan ternak sapi berbahan baku limbah padat kopi robusta. Namun saat ini sudah tidak produksi lagi dikarenakan manajemen pengelolaan tidak teratur.

4) Biogas

Pola produksi biogas pada proses anaerobik air limbah pengolahan kopi ini menggunakan bahan kotoran ternak dan air limbah kopi dengan jumlah perbandingan 1:1. Proses pembuatan biogas dilakukan anaerobik (tanpa adanya

oksigen) untuk menghasilkan gas berupa gas metan (memiliki sifat yang mudah terbakar) dan karbondioksida. Proses dekomposisi anaerobik dibantu sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metanogenik, suhu dan pH (derajat keasaman). Suryani *et al.* (2018) menyatakan kondisi pH yang paling baik untuk menghasilkan biogas adalah 8,5. Pada Agroindustri Kopi Wulan kondisi pH limbah hanya berkisar 5 – 9 artinya aktivitas bakteri metanogen atau pertumbuhan mikroorganisme dalam pembentukan biogas terhambat akibat pengaruh pH yang bersifat asam, sehingga perlunya ditambahkan NaOH agar larutan dalam digester dalam kondisi netral serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas biogas. Pada suhu 30-55 ° C tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan-bahan organik (Dianawati dan Mulijanti, 2015). Reaktor biogas dengan volume pengisian 2000 liter campuran kotoran ternak dan air limbah pengolahan kopi diestimasi menghasilkan gas metan sebesar 7,9 m³ setiap harinya. Alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan biogas yaitu biodigester, reaktor, pH meter dan lain lain. Proses produksi biogas masih membutuhkan tenaga ahli karena Agroindustri Kopi Wulan belum pernah memproduksi biogas dan belum tersedia pekerja yang memahami proses pembuatan reaktor dan sistem pembuatan biogas dari limbah cair Kopi Arabika.

3.4.2. Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial digunakan untuk menentukan apakah penerapan produksi bersih dapat terus dilanjutkan atau tidak melalui penentuan biaya yang diperlukan dalam penerapan produksi bersih serta menghitung keuntungan dan penghematan dari penerapan produksi bersih. Analisis finansial dilihat dari nilai NPV, IRR, B/C, dan PBP. Penghitungan faktor-faktor tersebut juga melibatkan proses produksi produk utama dan penanganan air limbah pengolahan kopi Agroindustri Kopi Wulan. Adapun produk utama dari agroindustri tersebut yaitu kopi beras arabika dan robusta, kopi bubuk arabika, kopi bubuk robusta, serta kopi bubuk *blend* (kopi bubuk campuran dari kopi robusta dan arabika) (Novita *et al.* 2020). Berikut merupakan analisis finansial dari masing

-masing alternatif tindakan penerapan produksi bersih.

1) Teh Cascara

Pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi teh cascara akan mengurangi limbah yang dihasilkan terutama pada limbah padat serta dapat menambah pendapatan pihak Agroindustri Kopi Wulan dan masyarakat sekitar. Berdasarkan pada hasil perhitungan finansial pembuatan teh cascara memuaskan yaitu nilai NPV Rp 1.286.765.196,-; IRR 49%; B/C Ratio 5,52; dan PBP 0,80 atau 9 bulan 18 hari. Perhitungan tersebut diasumsikan bahwa produksi teh cascara yang dibuat terjual habis dengan tingkat bunga 10 %.

2) Briket

Adanya pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi briket akan mengurangi limbah padat yang dihasilkan, mampu menjadi pengganti bahan bakar pengeringan teh cascara, dan dapat menambah pendapatan pihak Agroindustri Kopi Wulan. Berdasarkan pada hasil perhitungan di atas, pembuatan briket memuaskan yaitu nilai NPV sebesar Rp 1.423.433.945; IRR 48%; B/C Ratio 5,24; dan PBP 0,73 tahun atau 8 bulan 23 hari.

3) Pakan Ternak

Adanya pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi pakan ternak akan mengurangi limbah padat yang dihasilkan serta mampu menjadi penyedia pakan ternak jangka panjang. Berdasarkan pada hasil perhitungan finansial pembuatan pakan ternak memuaskan yaitu nilai NPV Rp 1.221.554.844,-; IRR 48%; B/C Ratio 4,66; dan PBP 0,80 tahun atau 9 bulan 18 hari.

4) Biogas

Alternatif biogas direncanakan hanya digunakan oleh pihak agroindustri dikarenakan dekat dengan lokasi saluran air limbah pengolahan

kopi. Berdasarkan pada hasil perhitungan finansial pembuatan biogas memuaskan yaitu nilai NPV Rp 1.176.328.029,-; IRR 48%; B/C Ratio 5,23; dan PBP 0,81 tahun atau 9 bulan 25 hari.

3.5. Analisis Penentuan Prioritas Penerapan Produksi Bersih Menggunakan Metode AHP

Pengambilan keputusan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mendapatkan nilai terdapat tahapan perankingan dalam menentukan alternatif tindakan produksi bersih. Pemilihan skala prioritas alternatif tindakan produksi bersih dilakukan dengan penentuan bobot dengan bantuan aplikasi *expert choice*. Menurut Marimin (2004) hal pertama yang dilakukan adalah menganalisis pemilihan kriteria dan alternatif. Pada dasarnya Agroindustri Kopi Wulan belum mengetahui opsi-opsi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi jumlah limbah yang terbentuk. Maka peneliti melakukan identifikasi permasalahan dari setiap proses dan aliran *input* dan *output* pengolahan kopi Arabika di Agroindustri Kopi Wulan. Sehingga setelah dilakukan identifikasi potensi penerapan produksi bersih yang dapat diterapkan terdapat beberapa alternatif yakni teh cascara, briket, pakan ternak dan biogas dengan melibatkan produk utama berupa kopi beras dan kopi bubuk baik varietas robusta maupun arabika.

Setelah melakukan analisis hirarki terhadap kriteria, pelaku, tujuan dan alternatif, selanjutnya dilakukan analisis terhadap tujuan utama yakni potensi pemanfaatan limbah pada pengolahan kopi Arabika di Agroindustri Kopi Wulan Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso. Beberapa alternatif yang telah diopsikan yaitu teh cascara, briket, pakan ternak dan biogas.

Tabel 4. Hasil Perankingan Alternatif Tindakan Produksi Bersih

Tujuan	Alternatif			
	Teh Cascara	Briket	Biogas	Pakan Ternak
Peningkatan kualitas lingkungan	4,888	2,517	1,689	0,905
Optimalisasi Potensi Agroinsutri Kopi Wulan	5,043	2,335	1,707	0,917
Peningkatan Pendapatan Masyarakat	5,429	2,224	1,578	0,77
Total	15,4	7,1	5,0	2,6

Alternatif tersebut akan dibandingkan mana yang memiliki hasil yang paling baik sehingga dapat diterapkan pada Agroindustri Kopi Wulan.

Berdasarkan Tabel 4. dapat diketahui hasil perbandingan alternatif tindakan produksi bersih yang paling layak dengan nilai bobot tertinggi sebesar 15,4 adalah teh cascara. Hal ini menunjukkan bahwa teh cascara merupakan alternatif tindakan penerapan produksi bersih yang paling prospektif untuk diterapkan sebagai penanganan limbah kopi pengolahan di Agroindustri Kopi Wulan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis kesetimbangan massa, analisis kelayakan teknis dan finansial serta analisis penentuan prioritas menggunakan metode AHP, terdapat empat alternatif penerapan produksi bersih yang dapat diterapkan diantaranya teh cascara, briket, pakan ternak dan biogas. Adapun alternatif produk yang paling prioritas untuk diterapkan pada Agroindustri Kopi Wulan yaitu kopi beras arabika dan robusta, kopi bubuk arabika, kopi bubuk robusta, kopi bubuk *blend* (kopi bubuk campuran dari kopi robusta dan arabika), serta teh cascara. Hasil kajian analisis kelayakan finansial dari alternatif tersebut yaitu NPV Rp. 1.286.765.196,-; IRR 48%; B/C Ratio 5,52; dan PBP 0,80 tahun atau 9 bulan 18 hari. Teh cascara menjadi salah satu alternatif pemanfaatan limbah kulit kopi sehingga meminimalkan adanya limbah padat yang dihasilkan pada hilirisasi produk kopi.

4.2. Saran

Agroindustri Kopi Wulan diharapkan agar menerapkan strategi produksi bersih agar dapat mengurangi dampak pada kesehatan manusia dan lingkungan serta agar dapat menambah pendapatan pihak agroindustri dan masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, M., Purwanto, P. dan Suherman, S. 2013. Analisis Penerapan Produksi Bersih Menuju Industri Nata De Coco Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Industri*, 5(2): 45-50. doi: 10.21771/jrtpi.2014.v5.no2.p45%20-%2050
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2000. *Teh Kering dalam Kemasan. Standar Nasional Indonesia (SNI)*. SNI-01-3836-2000. Jakarta Dewan Standarisasi Indonesia.
- Budiawan, L., Hendrawan Y., dan Susilo, B. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Briket Biorang dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(2): 152-160.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. *Kopi*. Jakarta.
- Dianawati, M. dan Mulijanti S.L. 2015. Peluang Pengembangan Biogas di Sentra Sapi Perah. *J. Litbang. Pert*, 34(3): 125-134. doi: 10.21082/jp3.v34n3.2015.p125-134
- Esquivel, P. dan Jimenez, V. M. 2012. Functional Properties of Coffee and Coffee by Product. *Food Research International*. 46(2): 488-495. doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.028
- Fitri, N. 2017. Pembuatan Briket dari Campuran Kulit Kopi (*Coffea arabica*) dan serbuk Gergaji dengan Menggunakan Getak Pinus (*Pinus merkusii*) Sebagai Perekat. [*Skripsi*]. Makasar: UIN Alauddin Makassar.
- Indrasti, N.S. dan Fauzi, A.M.. 2009. *Produksi Bersih*. Bogor: IPB Press.
- Kadariah. 2001. *Evaluasi Proyek Analisis Ekonomi Edisi Kedua*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Khotijah, Novita, E., dan Purbasari, D. 2019. Analisis Kelayakan Penerapan Produksi Bersih di Agroindustri Kopi Wulan Berpotensi Indikasi Geografis (Studi Kasus di Desa Tanah Wulan Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso). *Proceeding Series – Agropross: National Conference Proceesing of Agriculture*, 38 – 45. Jember: Politeknik Negeri Jember. doi: 10.25047/agropross.2019.129

- Londra, I.M., dan Sutami, P. 2013. Pengaruh Pemberian Kulit Kopi Fermentasi dan Leguminosa untuk Pertumbuhan Kambing Peranakan Etawah. *Jurnal Informatika Pertanian*, 22 (1): 45-55.
- Marimin. 2004. *Teknik dan Aplikasi/ Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: PT.Grasindo.
- Novita, E. 2012. Desain Proses Pengolahan Pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Novita, E., Wahyungsih, S., dan Pradana, H.A. 2018. Variasi Komposisi Input Proses Anaerobik untuk Produksi Biogas pada Penanganan Limbah Cair Kopi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1): 43-57. doi: 10.19184/j-agtv12i1.7887
- Novita, E., Pradana, H.A., Wahyuningsih, S., Marhaenanto, B., Sujarwo, M.H. dan Hafids, M.S.A. 2019. Variasi Digester Anaerobik Terhadap Produksi Biogas pada Penanganan Limbah Cair Pengolahan Kopi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(3): 164-174. doi: 10.23960/jtep-lv8.i3.164-174.
- Novita, E., Suciati, L.P., Riawati, N., Andriyani, I., dan Pradana, H.A. 2020. Pendampingan Pengembangan Produk dan Metode Pemasaran pada Agroindustri Kopi Wulan Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 4(5): 859-869. doi: 10.31764/jmm.v4i5.3027.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Niagam, P., Brand D., Mohan, R., dan Roussos, S. 2000. Biotechnological Potential of Coffee Husk for Bioprocesses. *Journal Biochemical Engineering*, 6(2): 153-162. Doi: 10.1016/s1369-703x(00)00084-x
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta.
- Rojas, J. B. U., Amato, dan E. A. Huisman. 2003. Biological Treatments Affect The Chemical Composition of Coffee Pulp. *Bioresource Technology*, 5(89): 267-274. doi: 10.1016/S0960-8524(03)00070-1
- Suryani, F., Homsah, F.O. dan Basuki M. 2018. Analisis pH dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 2(1): 1-7. doi: 10.30595/jrstv2i1.1855
- Syarief, R., Novita, E., Noor, E. dan Mulato, S. 2012. Smallholder Coffee Processing Design Using Wet Technology Based on Clean Production. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 7(2): 93-102.
- Wardhana, I. D., Wibowo, Y., dan Suwasono, S. 2016. Strategi pengembangan agroindustri kopi yang berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional APTA*, Jember 26 - 27 Oktober 2016.