

MODIFIKASI ALAT PENGGILING BIJI KOPI TIPE FLAT BURR MILL

(Modification of Flat Burr Type Coffee Bean Grinder Mill)

Arta Naomi Cristiana Simanjuntak^{1,2}, Achwil Putra Munir¹, Lukman Adlin Harahap¹

¹Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, USU, Medan
Jl. Prof. A. Sofyan No.3 Kampus USU, Medan, 20155
e-mail: naomi.arta@yahoo.com

Diterima: 11 November 2014/ Disetujui: 1 Desember 2014

ABSTRACT

Milling is done to reduce size or to powder food material into a certain level of refinement to be more easily processed into other products. The aims of this research was to modify, design, build and test flat burr mill type coffee bean grinder on robusta coffee and arabic coffee. Observed parameters were the effective capacity of the equipment, the percentage of losses materials, and economic analysis. The results showed that the effective capacity of the equipment were 35,66 kg/hour for robusta coffee and 33,84% for arabic coffee. Losses of robusta coffee bean was 0,043% and arabic coffee was 0,032%. Losses coffee powder of robusta coffee was 4,3% and arabic coffee was 12,00%. The economic analysis was Rp. 1.074,25/kg, the average of BEP was 216.5967341 kg/year for robusta coffee and 216.7716519 kg/year for arabic coffee. The 6% NPV was Rp. 3.539.104.339,00 for robusta coffee and Rp. 3.460.116.952,00 for arabic coffee. The IRR was 46,26% for robusta coffee and 46,28% for arabic coffee.

Keywords: flat burr mill, coffee, grinder, rotor, stator.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan sektor yang paling penting dalam pembangunan ekonomi suatu daerah, dikarenakan masih banyaknya masyarakat yang menggantungkan hidupnya di sektor pertanian. Oleh karena itu, untuk meningkatkan ekonomi masyarakat yang menggantungkan hidupnya di sektor pertanian maka produksi pertanian harus ditingkatkan.

Penggunaan alat dan mesin pertanian sudah sejak lama digunakan dan perkembangannya mengikuti dengan perkembangan kebudayaan manusia. Pada awalnya alat dan mesin pertanian masih sederhana dan terbuat dari kayu kemudian berkembang menjadi bahan logam. Susunan alat ini mula-mula sederhana, kemudian sampai ditemukannya alat mesin pertanian yang kompleks. Dengan dikembangkannya pemanfaatan sumber daya alam dengan motor secara langsung mempengaruhi secara langsung perkembangan dari alat mesin pertanian (Sukirno, 1999).

Penggilingan dilakukan untuk menghaluskan atau menepung bahan pangan menjadi bubuk dengan tingkat kehalusan tertentu agar lebih mudah diolah menjadi produk lain. Biji kopi sangrai dihaluskan dengan tujuan untuk memperoleh butiran kopi dengan kehalusan

tertentu agar mudah diseduh dan memberikan sensasi rasa serta aroma yang lebih optimal.

Pada dewasa ini biji kopi yang telah disangrai akan dihaluskan dengan alat penghalus (*grinder*) sampai diperoleh butiran kopi bubuk dengan kehalusan tertentu agar mudah diseduh dan memberikan sensasi rasa dan aroma yang lebih optimal. Mesin penghalus yang digunakan adalah mesin penghalus menggunakan tipe *burr mill*.

Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), mesin ini mempunyai dua buah piringan (terbuat dari baja), yang satu berputar (*rotor*) dan yang lainnya dian (*stator*). Mekanisme penghalusan terjadi dengan adanya gaya geseran antara permukaan biji kopi sangrai dengan permukaan piringan dan sesama biji kopi sangrai. Proses gesekan yang sangat intensif akan menyebabkan timbul panas dibagian silindernya dan akan menyebabkan aroma kopi bubuk berkurang. Untuk menghindari hal tersebut, maka mesin penghalus (*grinder*) sebaiknya dihentikan dan didiamkan sejenak.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perancangan alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill*, yang merancang alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* dengan dimensi kerangka alat panjang 19 cm, tinggi 36 cm dan lebar 11 cm, piringan penggiling (*rotor* dan *stator*) terdiri dari 60 buah mata giling berupa gerigi rapat dan ulir dan menggunakan objek

penelitian hanya kopi robusta saja, dan penulis tertarik untuk mengembangkan alat tersebut untuk menambah jenis alat penggiling kopi yang lebih baik dan memodifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* dengan dimensi yang lebih besar, jumlah gerigi penggiling yang lebih banyak, efisien dan optimal serta menggunakan objek penelitian dengan komoditi kopi robusta dan kopi arabika (Napitupulu, 2013).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara memodifikasi alat menyangkut dari segi fungsi atau kegunaan dari setiap elemen atau komponen penyusun alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* terhadap komoditas biji kopi robusta dan arabika. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan pertama adalah penelitian pendahuluan berupa studi literatur dan perancangan alat dari modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill*. Tahap kedua adalah penelitian utama berupa proses perakitan dan pengujian alat dengan menggiling biji kopi robusta dan arabika dengan masing-masing sepuluh kali ulangan dan sebanyak 1 kg biji kopi setiap ulangan, kemudian setelah dilakukan penggilingan bubuk kopi yang dihasilkan ditampung. Hasil dan data yang diperoleh dihitung sesuai dengan parameter dan analisis ekonomi yang telah ditentukan. Perhitungan dari data yang diperoleh kemudian dilampirkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, biji kopi robusta dan arabika yang telah disangrai, plat *stainless steel*, plat aluminium, baut, mur, plat besi, baja, skrup, motor listrik, kabel, cat dan *thinner*. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin las, mesin bubut, *drill press*, mesin bor duduk, bor tangan, tap dan snei, kuas, timbangan, timbangan digital, kantong plastik, mesin gerinda, gergaji besi, ketam, martil, *stopwatch*, kikir, obeng, meteran, kalkulator dan komputer.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan modifikasi secara umum yaitu pendekatan modifikasi fungsional. Modifikasi fungsional menyangkut dari segi fungsi atau kegunaan dari setiap elemen atau komponen penyusun alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* terhadap komoditas biji kopi robusta dan arabika

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan pertama adalah penelitian pendahuluan berupa studi literatur dan perancangan alat. Tahap kedua adalah penelitian utama berupa proses perakitan dan pengujian alat.

Penggiling *flat burr mill* ini mempunyai beberapa bagian penting, yaitu :

1. Kerangka alat
Kerangka alat ini berfungsi sebagai pendukung komponen lainnya, yang terbuat dari besi siku.
2. *Miller* (penggiling)
Miller adalah komponen utama yang berfungsi sebagai penghancur biji. Terdiri dari dua buah piringan, yaitu piringan berputar (*rotor*) dan piringan diam (*stator*) terbuat dari bahan logam baja.
3. *Hopper*
Hopper berfungsi sebagai wadah untuk memasukkan bahan yang akan digiling. *Hopper* ini terbuat dari aluminium.
4. Tuas pengatur jarak piringan penggiling
Tuas pengatur jarak piringan penggiling berfungsi untuk mengatur jarak piringan penggiling hingga saling bergesekan dan dapat menggiling biji kopi.
5. Motor listrik
Motor listrik berfungsi sebagai sumber penggerak untuk menggerakkan setiap komponen alat penggiling kopi *flat burr mill* ini.

Langkah pembuatan alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* adalah :

1. Dirancang bentuk alat penggiling sesuai dengan komoditi (kopi robusta dan kopi arabika).
2. Kemudian digambar rancangan alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* serta ditentukan ukuran alat penggiling.
3. Dipilih bahan yang akan digunakan untuk membuat alat penggiling ini.
4. Dilakukan pengukuran terhadap bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan pada rancangan.
5. Dipotong bahan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
6. Dilakukan pengelasan dan pengeboran untuk pemasangan kerangka alat sesuai dengan bentuk yang telah dirancang.
7. Dibuat piringan penggiling dengan bahan terbuat dari baja.
8. Dibuat dan dipasang mata giling atau gerigi pada *rotor* dan *stator*.
9. Digerinda permukaan yang terlihat kasar karena bekas pengelasan.
10. Dilakukan pengecatan guna memperpanjang umur pemakaian alat dan menambah daya tarik alat penggiling.
11. Dirangkai komponen alat motor listrik, saklar, dan kabel listrik.

Pengujian alat

Sebelum pengujian dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan untuk pengujian yaitu disiapkan bahan yang akan digiling adalah biji kopi robusta dan arabika yang telah disangrai yang akan digiling sebanyak 1 kg. Adapun prosedur pengujian alat adalah :

1. Ditimbang biji kopi robusta dan arabika yang telah disangrai sebanyak 1 kg.
2. Dinyalakan motor listrik dengan menghubungkan stop kontak motor listrik pada sumber arus listrik.
3. Dimasukkan kopi ke dalam *hopper* yang tersedia pada alat ini secara bertahap.
4. Dibiarkan biji kopi hingga masuk ke dalam *mill* (penggiling) hingga menjadi bubuk.
5. Dicatat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penggilingan ini.
6. Dihitung kapasitas penggiling yang dihasilkan alat ini per jam, dihitung persentase biji kopi hilang, dilakukan analisis ekonomi dan analisa kelayakan usaha.
7. Perlakuan diulangi sebanyak 10 kali.

Parameter yang diamati adalah: Kapasitas efektif alat, Persentase biji hilang, Persentase *losses* bubuk kopi, Biaya pemakaian alat biaya tetap dan biaya tidak tetap (atau lebih dikenal dengan biaya pokok), *Break Event Point* (BEP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi Alat Penggiling Biji Kopi Tipe *Flat Burr Mill*

Modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini adalah alat yang dirancang untuk memodifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* yang sebelumnya telah ada Napitupulu (2014) dengan dimensi yang lebih kecil, kapasitas lebih kecil serta kurang efisien dan optimal dengan menggunakan objek penelitian pada komoditi kopi robusta saja. Komponen alat yang ada pada alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* yang sebelumnya dimensi panjang 19 cm, lebar 11 cm, tinggi 36 cm; *rotor* (piringan berputar) diameter 6 cm, tebal 1,3 cm, terdiri dari 60 buah mata giling berupa gerigi rapat dan ulir; *stator* (piringan statis), diameter 6 cm, tebal 0,8 cm, terdiri 60 buah mata giling berupa gerigi rapat; *hopper* pada dimensi atas, tinggi 11 cm, diameter 10,4 cm, pada dimensi bawah, tinggi 1 cm, diameter 3,5 cm; kapasitas efektif kopi robusta 5,00 kg/jam, persentase biji hilang kopi robusta 1,112 %. Maka saya melakukan modifikasi terhadap alat penggiling biji kopi tipe

flat burr mill ini dengan dimensi yang lebih besar dengan kapasitas yang lebih besar, lebih efisien dan optimal serta melakukan penelitian terhadap komoditi kopi robusta dan arabika.

Pemilihan bahan sangat mempengaruhi kinerja alat dan biaya produksi alat. Pada alat ini bahan-bahan yang digunakan dalam perancangan alat adalah besi, baja, aluminium dan *stainless steel*. Diusahakan bahan yang dipilih adalah bahan yang kokoh agar dapat mendukung kinerja alat dan juga diusahakan perolehan bahan yang mudah untuk menjaga kesinambungan bahan baku. Pemilihan bahan yang murah dan berkualitas juga sangat mempengaruhi biaya produksi apabila ada usaha untuk memproduksi dalam jumlah besar.

Alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini memiliki 5 komponen utama yaitu rangka alat, *hopper*, *mill* (penggiling), tuas pengatur jarak piringan penggiling dan motor listrik. Sebelum dilakukan proses penggilingan, terlebih dahulu disediakan bahan berupa biji kopi robusta dan kopi arabika yang telah disangrai. Bahan yang siap untuk digiling selanjutnya dimasukkan ke dalam *hopper*. *Hopper* pada alat ini berfungsi untuk memasukkan bahan ke saluran penggiling. Selanjutnya bahan akan diteruskan pada saluran penggiling yang terbuat dari bahan baja campuran. Pada saluran penggiling ini, bahan akan jatuh ke bagian penggiling (*mill*).

Tuas pengatur jarak piringan penggiling nantinya akan mengatur jarak piringan penggiling hingga saling bergesekan dan mampu menggiling biji kopi yang dimasukkan. Pada bagian penggilingan terdapat dua mata giling yaitu berputar (*rotor*) dan diam (*stator*). Pada *rotor* terdapat bentuk ulir yang berfungsi untuk membantu biji kopi agar dapat berada dibagian gilingan yaitu antara *rotor* dan *stator*. Ukuran dari *rotor* dan *stator* adalah sama, berdiameter 14,5 cm dan tebal 1,3 cm dan memiliki bentuk mata giling yang bergerigi, jumlah geriginya adalah 114 gerigi. Mata giling ini menggunakan bahan berupa baja campuran yang tidak mudah mengalami korosi. Setelah bahan tergiling, maka hasil gilingan tersebut akan berada di saluran pengeluaran dan keluar sehingga harus diletakkan wadah penampungan diluar saluran pengeluaran tempat untuk menampung hasil giling.

Prinsip Kerja Modifikasi Alat Penggiling Biji Kopi Tipe *Flat Burr Mill*

Prinsip kerja alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini, menggunakan dua besi berbentuk bulat (*flat burr*) yang terdapat gerigi di sekelilingnya berukuran lebih kecil dan lebih tipis yang disebut *flat burr mill* yang artinya alat ini

bekerja seperti piringan yang berputar dimana biji masuk ke dalam *hopper* kemudian turun menuju saluran dan masuk ke dalam *miller* (*penggiling*) yang akan dihancurkan oleh piringan berputar (*rotor*) dengan piringan yang diam (*stator*) yang berukuran lebih kecil dan tipis yang digerakkan oleh *electromotor*. Setelah itu menuju ke penampungan bahan akhir.

Proses Penggilingan

Sebelum dilakukan proses penggilingan, terlebih dahulu disediakan bahan berupa biji kopi robusta dan kopi arabika yang telah disangrai. Bahan yang siap untuk digiling selanjutnya dimasukkan ke dalam *hopper*. *Stator* yang terhubung pada lubang *hopper* terdapat bentuk ulir yang berfungsi untuk membantu biji kopi agar dapat berada dibagian gilingan yaitu antara rotator dan. *Hopper* pada alat ini berfungsi untuk memasukkan bahan ke saluran penggiling. Selanjutnya bahan akan diteruskan pada saluran penggiling yang terbuat dari bahan baja campuran. Pada saluran penggiling ini, bahan akan jatuh ke bagian penggiling (*miller*). Piringan penggiling akan diatur jaraknya hingga saling bergesekan oleh tuas pengatur jarak piringan penggiling. *Rotor* terhubung dengan motor listrik (*dinamo*) yang terletak di bagian bawah dalam alat. Setelah bahan tergiling, maka hasil gilingan tersebut akan berada di saluran pengeluaran dan keluar sehingga harus diletakkan wadah penampungan diluar saluran pengeluaran tempat untuk menampung hasil giling. Seluruh pengoperasian alat ini dilakukan secara mekanis dengan menggunakan motor listrik. Data hasil penggilingan dengan jumlah 10 kg biji kopi pada masing-masing jenis kopi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada Tabel 1, dari hasil penelitian yang dilakukan pada kopi robusta rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk penggilingan yaitu 97,7 detik dan diperoleh rata-rata hasil bubuk kopi yang diperoleh setelah penggilingan sebesar 0,94 kg. Pada Tabel 2, dari hasil penelitian yang dilakukan pada kopi arabika diperoleh rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk penggilingan yaitu 93 detik dan rata-rata hasil bubuk kopi yang diperoleh setelah penggilingan sebesar 0,85 kg.

Berat kopi sebelum digiling lebih besar dari pada berat kopi setelah digiling, hal ini diduga terjadi karena alat yang terus menerus digunakan mengalami peningkatan suhu khususnya pada bagian *rotor* dan *stator* sehingga mempengaruhi proses penggilingan kopi dan mengakibatkan bubuk kopi yang digiling mengalami pelengketan disekitar bagian *rotor* dan *stator* sehingga bubuk kopi yang digiling tersebut sebagian terperangkap pada bagian *rotor* dan *stator*.

Tabel 1. Hasil penggilingan kopi robusta

Ulangan	WP	SP ₁	SP ₂
I	137	1	0.94
II	95	1	0.94
III	100	1	0.94
IV	99	1	0.94
V	97	1	0.91
VI	80	1	0.94
VII	101	1	0.94
VIII	83	1	0.94
IX	91	1	0.94
X	94	1	0.94
Rataan	97.7	1	0.94

Tabel 2. Hasil penggilingan kopi arabika

Ulangan	WP	SP ₁	SP ₂
I	129	1	0.82
II	96	1	0.82
III	90	1	0.86
IV	93	1	0.86
V	96	1	0.86
VI	80	1	0.86
VII	85	1	0.87
VIII	87	1	0.86
IX	97	1	0.86
X	86	1	0.86
Rataan	93	1	0.85

Keterangan:

WP = waktu penggilingan (detik)

SP₁ = sebelum penggilingan (kg)

SP₂ = setelah penggilingan (kg)

Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas efektif alat didefinisikan sebagai kemampuan alat dan mesin dalam menghasilkan suatu produk (Kg, buah) persatuan waktu (jam). Dalam penelitian ini kapasitas alat dihitung dari perbandingan antara banyaknya buah nanas yang dikupas dengan waktu yang dibutuhkan selama proses pengupasan. Kapasitas alat dapat dilihat dari Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Kapasitas efektif alat jenis kopi robusta

Ulangan	BB	WP	KEA
I	1	137	24.73
II	1	95	36.15
III	1	100	34.82
IV	1	99	34.81
V	1	97	35.00
VI	1	80	42.72
VII	1	101	33.75
VIII	1	83	40.87
IX	1	91	37.60
X	1	94	36.15
Rataan	1	97.7	35.66

Tabel 4. Kapasitas efektif alat jenis kopi arabika

Ulangan	BB	WP	KEA
I	1	129	22.77
II	1	96	31.53
III	1	90	34.60
IV	1	93	34.40
V	1	87	33.07
VI	1	80	39.31
VII	1	85	37.82
VIII	1	87	35.83
IX	1	97	33.07
X	1	86	36.04
Rataan	1	93	33.84

Keterangan:

BB = berat bahan (kg)

WP = waktu penggilingan (detik)

KEA = kapasitas efektif alat (kg/jam)

Pada Tabel 3, proses penggilingan pada kopi robusta menunjukkan perolehan kapasitas efektif rata-rata alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* sebesar 35,66 kg/jam untuk kopi robusta. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Hasil pengujian menunjukkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menggiling kopi robusta seberat 1kg adalah sebesar 97.7 detik. Pada Tabel 4, proses penggilingan pada kopi arabika menunjukkan perolehan kapasitas efektif rata-rata alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* sebesar 33,84 kg/jam untuk kopi robusta. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Hasil pengujian menunjukkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menggiling kopi robusta seberat 1 kg adalah sebesar 93 detik.

Persentase Biji Hilang

Biji hilang ditandai dengan biji yang tidak tergiling, atau terbuang dan ukuran yang lebih besar atau yang tidak lolos dilubang pengeluaran. Pengukuran persentasi biji yang hilang dilakukan dengan pengamatan secara visual dari hasil penggilingan. Setelah penggilingan dilakukan pemisahan atau penyortiran biji yang hilang secara mekanis yang ditandai dengan biji yang tidak tergiling, atau terbuang dan ukuran yang lebih besar atau tidak lolos dilubang pengeluaran. Persentase biji hilang diperoleh dengan membandingkan antara berat biji hilang dengan berat masukan awal bahan yang dinyatakan dalam persen. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan data untuk persentase biji hilang dari hasil penggilingan.

Tabel 5. Presentase biji hilang kopi robusta

Ulangan	BB	BH ₁	BH ₂
I	1	0,00063	0.063
II	1	0,00054	0.054
III	1	0,00056	0.056
IV	1	0,00025	0.025
V	1	0,00056	0.056
VI	1	0,00046	0.046
VII	1	0,00027	0.027
VIII	1	0,00026	0.026
IX	1	0,00028	0.028
X	1	0,00047	0.047
Rataan	1	0,00043	0.043

Tabel 6. Presentase biji hilang kopi arabika

Ulangan	BB	BH ₁	BH ₂
I	1	0,00023	0.023
II	1	0,00051	0.051
III	1	0,00021	0.021
IV	1	0,00050	0.050
V	1	0,00014	0.014
VI	1	0,00038	0.038
VII	1	0,00017	0.017
VIII	1	0,00036	0.036
IX	1	0,00033	0.033
X	1	0,00034	0.034
Rataan	1	0,00032	0.032

Keterangan:

BB = berat bahan (kg)

BH₁ = berat biji hilang (kg)BH₂ = persentase biji hilang (%)

Dari penelitian yang telah dilakukan, pada Tabel 5, bahwa persentase rata-rata biji kopi hilang kopi robusta adalah sebesar 0,043 %. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Pada ulangan pertama merupakan ulangan dengan persentase biji hilang terbesar, yaitu 0,063 % sedangkan pada ulangan keempat merupakan ulangan dengan persentase biji hilang terkecil, yaitu 0,025 %.

Pada Tabel 6, bahwa persentase rata-rata biji kopi hilang pada kopi arabika adalah sebesar 0,032 %. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Pada ulangan kedua merupakan ulangan dengan persentase biji hilang terbesar, yaitu 0,051 % sedangkan pada ulangan kelima merupakan ulangan dengan persentase biji hilang terkecil, yaitu 0,014 %. Adapun biji yang hilang ini diduga disebabkan oleh saluran pengeluaran dan ruang pada mata giling yang terlalu kecil serta rapatnya jarak rotor dan stator

sehingga mengakibatkan sulitnya bahan hasil gilingan keluar atau tertinggalnya hasil gilingan disekitar lubang pengeluaran. Biji hilang ini juga dapat disebabkan oleh kelalaian operator yang kurang memperhatikan kebersihan pada mata giling dan saluran pengeluaran berupa sisa-sisa biji hilang yang sebelumnya terdapat pada mata giling dan saluran pengeluaran pada saat setelah pemakaian.

Persentase Losses Bubuk Kopi

Persentase losses bubuk kopi ditandai dengan biji kopi yang telah tergiling atau bubuk kopi yang masih tertinggal di alat dan tidak keluar melalui lubang pengeluaran. Dari penelitian yang telah dilakukan pada Tabel 7, pada kopi robusta diperoleh bahwa persentase rata-rata losses bubuk kopi adalah sebesar 4,3 %. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Pada ulangan kelima merupakan ulangan dengan presentase losses kopi bubuk terbesar, yaitu 7,3 % sedangkan pada ulangan keempat merupakan ulangan dengan persentase losses kopi bubuk terkecil, yaitu 2,9 %.

Pada Tabel 8, bahwa persentase rata-rata losses bubuk kopi arabika diperoleh adalah sebesar 12,00 %. Hasil tersebut didapat dari penelitian yang dilakukan dengan menggiling bahan sebanyak sepuluh kali ulangan, dengan setiap ulangan perlakuan menggunakan bahan seberat 1 kg. Pada ulangan kedua merupakan ulangan dengan presentase losses kopi bubuk terbesar, yaitu 14,8 % sedangkan pada ulangan ketiga merupakan ulangan dengan persentase losses kopi bubuk terkecil, yaitu 9,4 %.

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan. Umumnya setiap investasi bertujuan untuk mendapatkan keuntungan. Namun ada juga investasi yang bukan bertujuan untuk keuntungan, misalnya investasi dalam bidang sosial kemasyarakatan atau investasi untuk kebutuhan lingkungan, tetapi jumlahnya sangat sedikit.

Biaya pemakaian alat

Perhitungan biaya pemakaian alat dapat dilihat dari Tabel 9, diperoleh biaya untuk menggiling kopi robusta dan arabika berbeda tiap tahun. Pada Tabel 9 diperoleh biaya

penggilingan biji kopi robusta sebesar Rp. 194,565/kg pada tahun pertama, Rp. 174,168/kg pada tahun ke-2, Rp. 167,381/kg pada tahun ke-3, Rp. 163,993/kg pada tahun ke-4, dan Rp. 161,964/kg tahun ke-5. Sedangkan pada Tabel 10, penggilingan biji kopi arabika sebesar Rp. 204,988/kg pada tahun pertama, Rp. 183,498/kg pada tahun ke-2, Rp. 176,347/kg pada tahun ke-3, Rp. 172,778/kg pada tahun ke-4, dan Rp. 170,641/kg tahun ke-5. Diperoleh biaya penggilingan biji kopi arabika sebesar Rp. 204,988/kg pada tahun pertama, Rp. 183,498/kg pada tahun ke-2, Rp. 176,347/kg pada tahun ke-3, Rp. 172,347/kg pada tahun ke-4, dan Rp. 170,641/kg tahun ke-5.

Tabel 7. Persentase losses bubuk kopi robusta

Ulangan	BB	L ₁	L ₂
I	1	0.029	2.9
II	1	0.037	3.7
III	1	0.036	3.6
IV	1	0.041	4.1
V	1	0.073	7.3
VI	1	0.041	4.1
VII	1	0.043	4.3
VIII	1	0.045	4.5
IX	1	0.045	4.5
X	1	0.041	4.1
Rataan	1	0.043	4.3

Tabel 8. Persentase losses bubuk kopi arabika

Ulangan	BB	L ₁	L ₂
I	1	0.135	13.5
II	1	0.148	14.8
III	1	0.094	9.4
IV	1	0.121	12.1
V	1	0.111	11.1
VI	1	0.115	11.5
VII	1	0.110	11.04
VIII	1	0.125	12.59
IX	1	0.120	12.05
X	1	0.119	11.98
Rataan	1	0.120	12.00

Keterangan:

BB = berat bahan (kg)

L₁ = berat losses bubuk kopi (kg)

L₂ = persentase losses bubuk kopi (%)

Berdasarkan Tabel 9 dan Tabel 10, biaya pemakaian alat atau biaya pokok pada penggilingan kopi robusta dan kopi arabika setiap tahunnya mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh metode yang digunakan pada perhitungan biaya tetap adalah metode *sinking fund*. Menurut Darun (2002), dengan metode *sinking fund* ini biaya penyusutan tiap tahunnya berbeda disebabkan oleh penurunan asset semakin cepat dari tahun ke tahun berikutnya

atau besarnya depresiasi akan lebih kecil pada tahun-tahun awal periode depresiasi (menyertakan konsep *time value of money*).

Tabel 9. perhitungan biaya pokok tiap tahun pada kopi arabika

Tahun	BT	x	BTT	C	BP
1	4.032.600,00	2400	5.268,5	0,0280	194,565
2	2.284.286,40	2400	5.268,5	0,0280	174,186
3	1.702.521,94	2400	5.268,5	0,0280	167,381
4	1.412.145,36	2400	5.268,5	0,0280	163,993
5	1.238.283,00	2400	5.268,5	0,0280	161,964

Tabel 10. perhitungan biaya pokok tiap tahun pada kopi arabika

Tahun	BT	x	BTT	C	BP
1	4.032.600,00	2400	5.268,5	0,0295	204,988
2	2.284.286,40	2400	5.268,5	0,0295	183,498
3	1.702.521,94	2400	5.268,5	0,0295	176,347
4	1.412.145,36	2400	5.268,5	0,0295	172,778
5	1.238.283,00	2400	5.268,5	0,0295	170,641

Keterangan:

- BT = biaya tetap (Rp/tahun)
 x = jam kerja per tahun (jam/tahun)
 BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
 C = kapasitas kerja alat (jam/buah)
 BP = biaya pokok (Rp/buah)

Break even point

Menurut Waldiyono (2008), analisis titik impas umumnya berhubungan dengan proses penentuan tingkat produksi untuk menjamin agar kegiatan usaha yang dilakukan dapat membiayai sendiri (*self financing*), dan selanjutnya dapat berkembang sendiri (*self growing*). Dalam analisis ini keuntungan awal dianggap nol. Manfaat perhitungan titik impas adalah untuk mengetahui batas produksi minimal yang harus dicapai dan dipasarkan agar usaha yang dikelola masih layak untuk dijalankan. Pada kondisi ini *income* yang diperoleh hanya cukup untuk menutupi biaya operasional tanpa adanya keuntungan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, alat penggiling kopi tipe *flat burr mill* ini akan mencapai BEP pada kopi robusta pada nilai 409,307 pada tahun pertama, dan 231,854 pada tahun ke-2, 172,805 pada tahun ke-3, 143,332 pada tahun ke-4, 125,685 pada tahun ke-5, sedangkan BEP pada kopi arabika adalah nilai 409,637 pada tahun pertama, dan 232,041 pada tahun ke-2, 172,9441 pada tahun ke-3, 143,447 pada tahun ke-4, 125,786 pada tahun ke-5. Hal ini berarti alat ini akan mencapai titik impas apabila telah menggiling biji kopi robusta sebanyak 409,307kg/tahun pada tahun pertama, dan 231,854 kg/tahun pada tahun ke-2, 172,805 kg/tahun pada tahun ke-3, 143,332 kg/tahun pada tahun ke-4, 125,685 kg/tahun pada tahun ke-5, dan pada kopi arabika akan mencapai titik

impas apabila telah menggiling biji kopi arabika sebanyak 409,637 kg/tahun pada tahun pertama, dan 232,041 kg/tahun pada tahun ke-2, 172,9441 kg/tahun pada tahun ke-3, 143,447 kg/tahun pada tahun ke-4, dan 125,786 kg/tahun pada tahun ke-5.

Berdasarkan perhitungan BEP pada penggilingan kopi robusta dan kopi arabika setiap tahunnya mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh metode yang digunakan pada perhitungan biaya tetap adalah metode *sinking fund*. Menurut Darun (2002), dengan metode *sinking fund* ini biaya penyusutan tiap tahunnya berbeda disebabkan oleh penurunan asset semakin cepat dari tahun ke tahun berikutnya atau besarnya depresiasi akan lebih kecil pada tahun-tahun awal periode depresiasi (menyertakan konsep *time value of money*).

Net present value

Net present value (NPV) adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Dalam menginvestasikan modal dalam penambahan alat pada suatu usaha maka NPV ini dapat dijadikan salah satu alternatif dalam analisis *financial*. Dari percobaan dan data yang diperoleh pada penelitian dapat diketahui besarnya NPV kopi robusta dengan suku bunga 6% adalah Rp. 3.539.104.339,00 dan NPV kopi arabika dengan suku bunga 6% adalah Rp. 3.460.116.952,00.

Besarnya NPV kopi robusta dengan suku bunga 8% adalah Rp. 3.354.066.633,00 dan NPV kopi arabika dengan suku bunga 8% adalah Rp. 3.279.335.264,00. Hal ini berarti usaha ini layak untuk dijalankan karena nilainya lebih besar ataupun sama dengan nol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Darun (2002) yang menyatakan bahwa kriteria NPV yaitu:

- NPV > 0, berarti usaha yang telah dilaksanakan menguntungkan
- NPV < 0, berarti sampai dengan n tahun investasi usaha tidak menguntungkan
- NPV = 0, berarti tambahan manfaat sama dengan tambahan biaya yang dikeluarkan.

Internal rate of return

Hasil yang didapat dari perhitungan IRR pada kopi robusta adalah sebesar 46,26 % sedangkan IRR pada kopi arabika adalah sebesar 46,28 %. Usaha ini masih layak dijalankan apabila bunga pinjaman bank tidak melebihi 46,26 % untuk kopi robusta dan 46,28 % untuk kopi arabika, jika bunga pinjaman di bank melebihi angka tersebut maka usaha ini tidak layak lagi diusahakan. Semakin tinggi bunga pinjaman di bank maka keuntungan yang diperoleh dari usaha ini semakin kecil.

KESIMPULAN

1. Kapasitas efektif rata-rata pada modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini adalah sebesar 35,66 kg/jam untuk kopi robusta dan 33,84% untuk kopi arabika.
2. Persentase rata-rata biji kopi yang hilang pada kopi robusta adalah sebesar 0,043 % dan pada kopi arabika adalah sebesar 0,032 %.
3. Presentase *losses* bubuk kopi pada kopi robusta adalah sebesar 4,3% dan pada kopi arabika adalah sebesar 12,00%
4. Biaya pokok yang harus dikeluarkan dalam menggiling kopi robusta dengan modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini tiap tahunnya adalah Rp. 194,565/kg pada tahun pertama, Rp. 174,186/kg pada tahun ke-2, Rp. 167,381/kg pada tahun ke-3, Rp. 163,993/kg pada tahun ke-4 dan Rp. 161,964/kg tahun ke-5 sedangkan dalam menggiling kopi arabika adalah Rp. 204,988/kg pada tahun pertama, Rp. 183,498/kg pada tahun ke-2, Rp. 176,778/kg pada tahun ke-3, Rp. 172,778/kg pada tahun ke-4 dan Rp. 170,641/kg tahun ke-5.
5. Nilai titik impas (BEP) sebanyak sebanyak 409,307kg/tahun pada tahun pertama, dan 231,854 kg/tahun pada tahun ke-2, 172,805

kg/tahun pada tahun ke-3, 143,332 kg/tahun pada tahun ke-4, 125,685 kg/tahun pada tahun ke-5 untuk momoditi kopi robusta dan pada kopi arabika akan mencapai titik impas apabila telah menggiling biji kopi arabika sebanyak 409,637 kg/tahun pada tahun pertama, dan 232,041 kg/tahun pada tahun ke-2, 172,9441 kg/tahun pada tahun ke-3, 143,447 kg/tahun pada tahun ke-4, dan 125,786 kg/tahun pada tahun ke-5.

6. *Net present value*(NPV) 6% pada kopi robusta adalah Rp. 3.539.104.339,00 dan pada kopi arabika adalah Rp. 3.460.116.952,00 sedangkan NPV 8% pada kopi robusta adalah Rp. 3.354.066.633,00 dan pada kopi arabika adalah Rp. 3.279.335.264,00.
7. *Internal rate of return* dari modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini adalah 46,26% untuk kopi robusta dan 46,28% untuk kopi arabika
8. Modifikasi alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* ini baik dibandingkan alat penggiling biji kopi tipe *flat burr mill* yang sebelumnya telah ada, alat ini memiliki kapasitas alat yang lebih besar, dan dimensi alat yang lebih besar sehingga bubuk kopi yang dihasilkan lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Damardjati, D. S, Widowati, S. J., Wargiono, dan Purba.S., 2000. Potensi dan pendayagunaan sumber daya bahan pangan lokal sereal, umbi-umbian, dan kacang-kacangan untuk penganeka ragaman pangan. Makalah pada Lokakarya Pengembangan Pangan Alternatif . Jakarta, 24 Oktober 2000. Hal 24.
- Darun, 2002. Ekonomi Teknik. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Daywin, F. J, R. G. Sitompul, I. Hidayat. 2008. Mesin-Mesin Budidaya Pertanian di Lahan Yogyakarta: Kering. Graha Ilmu.
- Giatman, M., 2006. Ekonomi Teknik. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Halim, A., 2009. Analisis Kelayakan Investasi Bisnis: Kajian dari Aspek Keuangan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kastaman R., 2006. Analisis Kelayakan Ekonomi Suatu Investasi, Tasikmalaya.
- Napitupulu, S. H., S. B. Daulay dan A. Rindang., 2014. Modifikasi alat penggiling biji kopi

- tipe flat burr mill. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Vol. 2 No. 1 th. 2014: hal 116.
- Prawirokusumo S., 1990. *Ilmu Usaha Tani*. BPFE Yogyakarta, Yogyakarta.
- Purba. R., 1997. *Biaya dan Manfaat*. Jakarta. PT. Rineka Cipta.
- Ridwansyah, 2013. *Pengolahan Kopi*. Universitas Sumatera Utara (USU-Press), Medan.
- Soeharno. 2007. *Teori Mikroekonomi*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Soekartawi, 1995. *Analisis Usaha Tani*. Universitas Indonesia (UI- Press), Jakarta.
- Sukirno. 1999. *Mekanisasi Pertanian*. UGM Press, Yogyakarta.
- Tim Karya Tani Mandiri, 2010. *Pedoman Budidaya Tanaman Kopi*. Nuansa Aulia, Bandung.
- Waldiyono., 2008. *Ekonomi Teknik (Konsep, Teori dan Aplikasi)*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.