

KARAKTERISASI KINERJA MESIN PENGUPAS KULIT BUAH KOPI BASAH TIPE SILINDER HORIZONTAL

Performance characteristic of a horizontal cylinder type pulping machine

Sukrisno Widyotomo
Peneliti di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

Ringkasan

Pengupasan kulit buah kopi basah (*pulping*) merupakan salah satu tahapan proses pengolahan kopi yang membedakan antara pengolahan kopi secara basah dengan kering. Mesin pengupas kulit buah kopi basah (*pulper*) digunakan untuk memisahkan atau melepaskan komponen kulit buah dari bagian kopi berkulit cangkang (HS). Disain dan konstruksi mesin ini sangat beragam, dan secara umum dibedakan berdasarkan jumlah silinder pengupasnya. Dalam beberapa tahun terakhir ini, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah melakukan perekayasa dan pengujian dari beberapa jenis mesin pengupas kulit buah kopi basah. Mesin dibuat dengan landasan disain dan konstruksi yang tepat guna sehingga dapat diterima oleh petani kopi, mudah dalam hal pengoperasian dan perawatan, serta suku cadang mudah diperoleh di pedesaan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik kinerja mesin pengupas kulit buah kopi dari jenis silinder tunggal (*single*), ganda (*double*) dan tiga (*triple*) dalam proses pemisahan kulit buah kopi Arabika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas kerja terendah berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 973 kg/jam untuk silinder tunggal, 2420 kg/jam untuk silinder ganda, dan 6530 kg/jam untuk tiga silinder pengupas, sedangkan kapasitas kerja tertinggi berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 1890 kg/jam untuk silinder tunggal, 3030 kg/jam untuk silinder ganda, dan 7600 kg/jam untuk tiga silinder pengupas. Putaran tertinggi yang dapat digunakan untuk silinder tunggal adalah 325 rpm dengan kapasitas kerja mesin 1890 kg/jam. Pada kondisi operasional tersebut diperoleh 1% biji pecah, 9,2% kopi tanpa kulit tanduk, 20% kulit terikut biji, dan 4,1% buah tidak terkupas. Pada kapasitas kerja 3000 kg/jam diperoleh komposisi hasil pengupasan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder ganda masing-masing 5,4% kopi tanpa kulit tanduk, 15% kulit terikut biji, dan 3% buah tidak terkupas. Sedangkan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe tiga silinder dengan kapasitas kerja 7600 kg/jam akan diperoleh 3,6% kopi tanpa kulit tanduk, 6,7% kulit terikut biji, dan 1,8% buah tidak terkupas.

Kata kunci : kopi, kulit, pengupas, silinder, mutu

Summary

Pulping is one important step in wet coffee processing method. Usually, pulping process uses a machine which constructed by wood or metal materials. A horizontal single cylinder type of fresh coffee cherries pulping machine is most popular machine in coffee processor and market. One of the weaknesses of fresh coffee cherries pulping machine is its produce highest of broken beans. Broken bean is one of mayor aspect in defect system that result in low quality. Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute has designed and tested a horizontal single-double-and triple cylinder type of fresh coffee cherries pulping machine. Material tested is arabica coffee cherries, mature, 60-65% [wet basis] moisture content, which size composition of coffee cherries was 50.8% more than 15 mm diameter, 32% more than 10 mm diameter, and 16.6% to get through 10 mm hole diameter; 690-695 kg/m³ bulk density, and clean form metal and foreign materials. The result showed that the work capacity was 973-1890 kg/h for single cylinder, 2420-3030 kg/h for double cylinders and 6530-7600 kg/h for triple cylinders. Maximum speed rotation of pulping cylinder was 325 rpm has capacity 1890kg/h, 1% broken beans, 9.2% whole beans, 20% dried skin mixed with the beans, and 4.1% un-pulped cherries. For double cylinder type, on maximum speed rotation was 3000 kg/h capacity, 5.4% whole beans, 15% dried skin mixed with the beans, and 3% un-pulped cherries. For triple cylinder type, on maximum speed rotation was 7600 kg/h capacity, 3.6% whole beans, 6.7% dried skin mixed with the beans, and 1.8% un-pulped cherries.

Key words : coffee, skin, pulper, cylinder, quality

PENDAHULUAN

Pengupasan kulit buah kopi basah (*pulping*) merupakan salah satu tahapan proses pengolahan kopi yang membedakan antara pengolahan kopi secara basah dengan kering. Pada pengolahan basah, buah kopi telah mencapai tingkat kematangan yang optimal antara lain ditandai oleh kulit buah yang berwarna merah seragam dan segar harus segera dikupas dan dipisahkan dari bagian biji HS. Sedangkan pada pengolahan kering, buah kopi hasil panen segera dikeringkan baik dengan cara penjemuran maupun menggunakan pengering mekanis sampai diperoleh kadar air antara 12-13%. Ismayadi [1999] melaporkan bahwa penilaian mutu kopi ekspor Indonesia saat ini masih didasarkan pada sistem nilai cacat, yaitu hanya didasarkan pada kondisi fisik biji kopi. Wahyudi *et al.* [1999] melaporkan bahwa keragaman cita rasa kopi Arabika diduga merupakan akibat karakteristik fisik buah kopi yang beragam, misalnya bentuk dan ukuran, dapat menimbulkan masalah pada tahapan pengupasan dan pemisahan kulit buah dari biji kopi HS [*pulping*], yaitu dihasilkan biji lecet. Vincent [1989] dan Mburu [1995] melaporkan bahwa biji lecet, yaitu biji yang kulit tanduknya ikut terkupas bersama kulit buahnya, akan lebih cepat mengalami kerusakan fisik maupun cita rasa daripada biji.

Mesin pengupas kulit buah kopi basah (*pulper*) digunakan untuk memisahkan atau melepaskan komponen kulit buah dari bagian kopi berkulit cangkang (HS). Disain dan konstruksi mesin ini sangat beragam, dan secara umum dibedakan berdasarkan jumlah silinder pengupasnya. Petani pekebun kopi yang melakukan pengolahan dengan metode semi basah atau basah menggunakan *pulper* dengan satu silinder pengupas. Silinder pengupas dapat diputar secara manual (*hand pulper*) atau dengan menggunakan sebuah motor bakar berdaya 4-5,5 HP (Sri Mulato *et al.*, 1999; Ismayadi, 1999). Air yang digunakan dalam proses pengupasan dialirkan ke dalam unit pengupas melalui corong pemasukan bahan (*hopper*) dengan bantuan selang atau gayung yang dibuat dari bahan plastik. Keuntungan dari penggunaan mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder tunggal antara lain daya penggerak relatif rendah, mesin memiliki ukuran yang relatif kecil dan konstruksi yang relatif sederhana sehingga akan memudahkan petani saat operasional dan biaya perawatan rendah. Beberapa kelemahan dari mesin pengupas kulit kopi tersebut antara lain prosentase buah tidak terkupas, biji terikut kulit dan biji pecah masih relatif tinggi (Widyotomo *et al.*, 2009).

Pada perkebunan kopi skala besar yang dikelola oleh perusahaan swasta maupun negara, tingkat kehilangan hasil pada tahapan proses pengupasan kulit buah ditekan dengan cara menerapkan mesin pengupas kulit buah kopi dengan jumlah silinder pengupas antara 2-3 buah. Mesin tersebut dapat memisahkan kulit buah basah lebih baik, menekan jumlah buah tidak terkupas dan biji pecah dengan cara mengatur jarak celah antara silinder pengupas (*rotor*) dan plat tetap (*stator*) yang berbeda antara silinder yang satu dengan silinder yang lain. Beberapa kelemahan dari mesin ini antara lain

mesin tersedia dengan kapasitas kerja yang besar [1000 – 4000 kg/jam], daya penggerak relatif besar [20-28 HP], mesin memiliki ukuran dan konstruksi yang relatif besar dan rumit sehingga sulit untuk dapat diterapkan pada pekebun kopi rakyat (Widyotomo *et al.*, 2009).

Kulit buah basah dipisahkan dari komponen biji kopi berkulit cangkang karena adanya gaya gesek dan pengguntingan yang berlangsung di dalam celah di antara permukaan silinder yang berputar [*rotor*] dan permukaan plat atau pisau yang diam [*stator*]. *Rotor* memiliki permukaan yang bertonjolan atau bergelembung [*bubble plate*] yang dibuat dari bahan logam lunak jenis tembaga [Wintgens, 2004]. Palisu (2004) melaporkan bahwa pengupasan kulit buah kopi dengan menggunakan poros pengupas berbentuk persegi enam dan jarak celah 3 mm akan memberikan hasil pengupasan yang lebih baik jika dibandingkan dengan cara ditumbuk. Amelia *et al.* [1998] melaporkan bahwa pengupasan kulit buah kopi arabika berukuran antara 7 - 9 mm dengan menggunakan mesin pengupas kulit buah tipe silinder tunggal dan jarak celah kurang dari 3 mm akan diperoleh 60% buah kopi terkelupas, dan jumlah biji pecah tidak lebih dari 1%. Mburu [1995] menyarankan dilakukan pemisahan buah kopi sebelum pengolahan. Namun, kegiatan pemisahan buah kopi berdasarkan ukuran akan berdampak pada waktu proses bertambah panjang dan peningkatan biaya proses baik dari aspek penyediaan alsin maupun tenaga kerjanya.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah melakukan perekayasa dan pengujian dari beberapa jenis mesin pengupas kulit buah kopi basah. Mesin dibuat dengan landasan disain dan konstruksi yang tepat guna sehingga dapat diterima oleh petani kopi, mudah dalam hal pengoperasian dan perawatan, serta suku cadang mudah diperoleh di pedesaan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik kinerja mesin pengupas kulit buah kopi dari jenis silinder tunggal (*single*), ganda (*double*) dan tiga (*triple*) dalam proses pemisahan kulit buah kopi Arabika. Analisis teknis pengoperasian mesin ini akan dikaji dalam penelitian ini agar dapat dijadikan pedoman baku dalam penggunaan ketiga jenis mesin tersebut pada skala aplikasi di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil dan Rekayasa Alat dan Mesin Pengolahan Kopi dan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur, pada bulan Juni 2009 sampai dengan September 2009.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kopi Arabika matang yang diperoleh dari kebun percobaan Andungsari, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang berlokasi di Kabupaten Bodowoso dengan ketinggian tempat antara 1000-1500 m dpl, dan tipe iklim C [Smith-

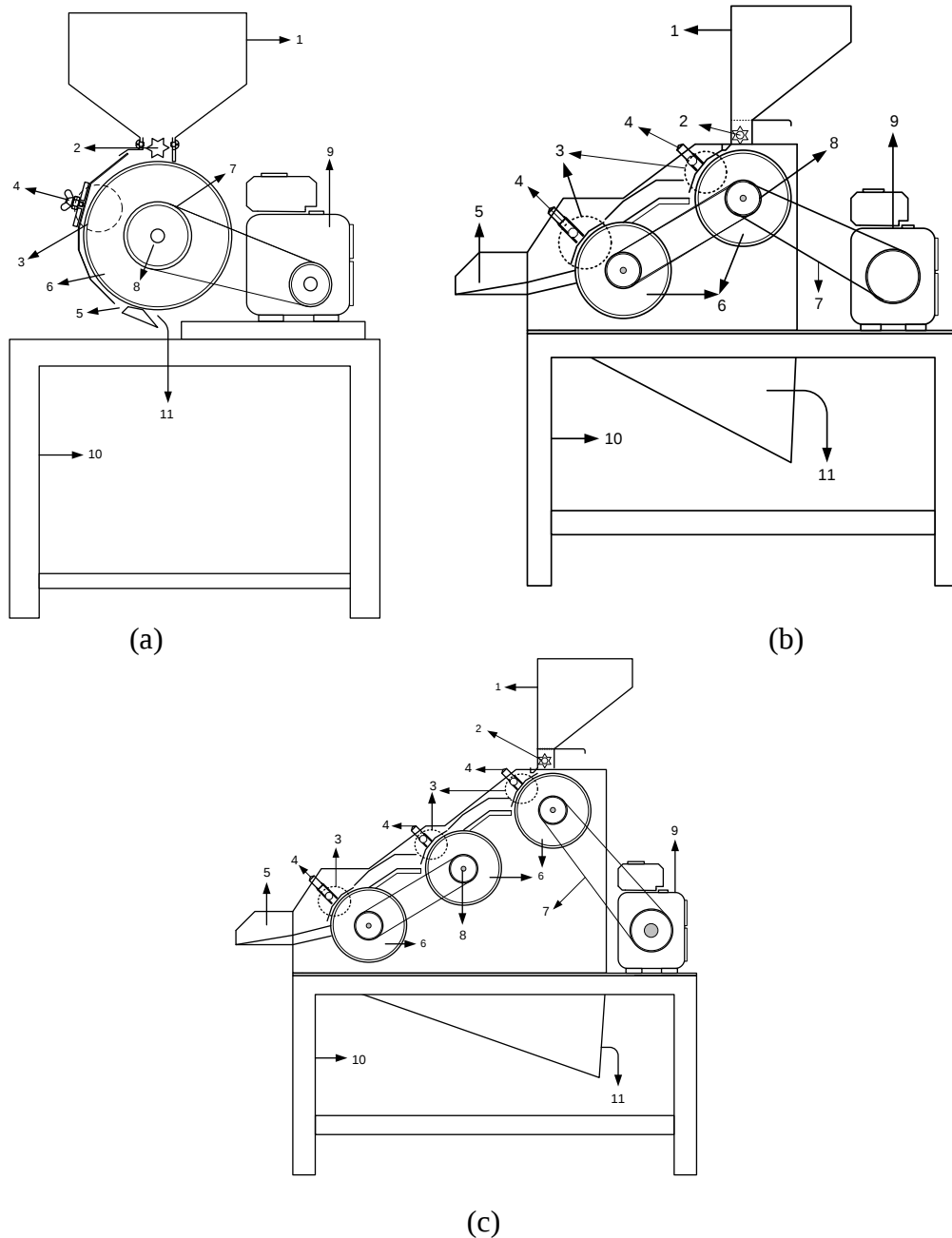
Ferguson]. Kadar air buah kopi antara 60-65% [basis basah]; densitas kamba antara 690-695 kg/m³, dan telah terpisah dari benda-benda asing lainnya.

Peralatan dan mesin yang digunakan adalah sebuah mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder tunggal horizontal dengan tenaga penggerak sebuah motor bakar berdaya 8 HP, sebuah mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder ganda horizontal dengan tenaga penggerak sebuah motor bakar berdaya 5,5 HP, sebuah mesin pengupas kulit buah kopi tipe tiga silinder horizontal dengan tenaga penggerak sebuah motor diesel berdaya 16 HP, alat ukur kecepatan putar [*tachometer*] TECPEL 1501, oven, timbangan analitik, dan lain-lain.

Deskripsi mesin pengupas kulit buah kopi (*pulper*)

Buah kopi Arabika diumpankan ke dalam silinder pengupas melalui corong pengumpan [*hopper*] dengan laju pengumpanan antara **1000-1100** kg buah kopi/jam. Jarak antara *rotor* dan *stator* pada setiap level terlebih dahulu diatur agar produk pengupasan memberikan hasil baik dengan meminimalkan prosentase biji pecah. Tahap pertama, pengupasan kulit buah terjadi di dalam ruang celah [*gab*] antara silinder pengupas [*rotor*] dan plat tetap [*stator*]. Pada tahap ini buah kopi dengan ukuran diameter lebih besar dari jarak antara *rotor* dan *stator* akan terkupas, sedangkan biji kopi HS basah dan buah kopi dengan ukuran diameter lebih kecil akan lolos. Pada tahap kedua, aliran air akan mempercepat laju aliran biji kopi HS basah dan buah kopi yang belum terkupas ke dalam celah antara silinder pengupas [*rotor*] dan *stator* level berikutnya. Pascapengupasan, kulit buah akan terpisah dan keluar melalui corong keluaran kulit yang terletak di bagian bawah silinder pengupas, sedangkan biji kopi HS basah akan keluar melalui corong keluaran hasil. Sketsa mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder tunggal, silinder ganda dan tiga silinder horizontal ditampilkan pada **Gambar 1**.

Beberapa bagian penting dari mesin ini adalah unit pengupas, tenaga penggerak, sistem transmisi, dan rangka. Unit pengupas merupakan komponen terpenting dari mesin pengupas kulit buah kopi yang terdiri dari silinder berputar [*rotor*] dan plat diam [*stator*]. Mekanisme kerja pengupasan kulit buah kopi serupa dengan proses pengguntingan [*cutting*], namun karena permukaan buah yang bulat dan licin dengan bantuan aliran air, maka pengguntingan hanya terjadi pada komponen kulit buah yang memiliki sifat lunak. Silinder pengupas dibuat dari bahan pipa baja dan pada bagian selimut dilapisi oleh lembaran plat dengan permukaan bertonjolan [*bubble plate*] yang dibuat dari bahan tembaga. Plat diam [*stator*] dibuat dari bahan pipa baja membentuk seperempat lingkaran, dan pada permukaan dalam dilapisi lembaran karet. Jarak renggang rotor dan stator mudah diatur dengan menggunakan unit pengatur tekanan yang dilengkapi pegas. Mesin pengupas kulit buah kopi basah dilengkapi dengan dua buah corong keluaran produk pengupasan, yaitu corong 1 yang merupakan jalur keluaran produk pengupasan berupa kopi HS basah, dan corong 2 merupakan jalur keluaran berupa kulit buah.



Keterangan :

1. Corong pengumpan [hopper]
2. As pendorong
3. Unit pengupas
4. Unit pengatur jarak(gab)
5. Corong keluaran biji
6. Silinder pengupas
7. Sabuk karet V
8. Puli silinder pengupas

7. Sabuk karet V
8. Puli silinder pengupas
9. Tenaga penggerak
10. Rangka
11. Corong keluaran kulit

Gambar 1. Sketsa mesin pengupas kulit buah kopi basah (a) tipe silinder tunggal; (b) silinder ganda, dan (c) tiga silinder horisontal

Sistem transmisi yang digunakan adalah puli dan sabuk karet V. Untuk memudahkan operator mengaktifkan tenaga penggerak, dan menekan slip putaran, maka digunakan sistem puli penegang

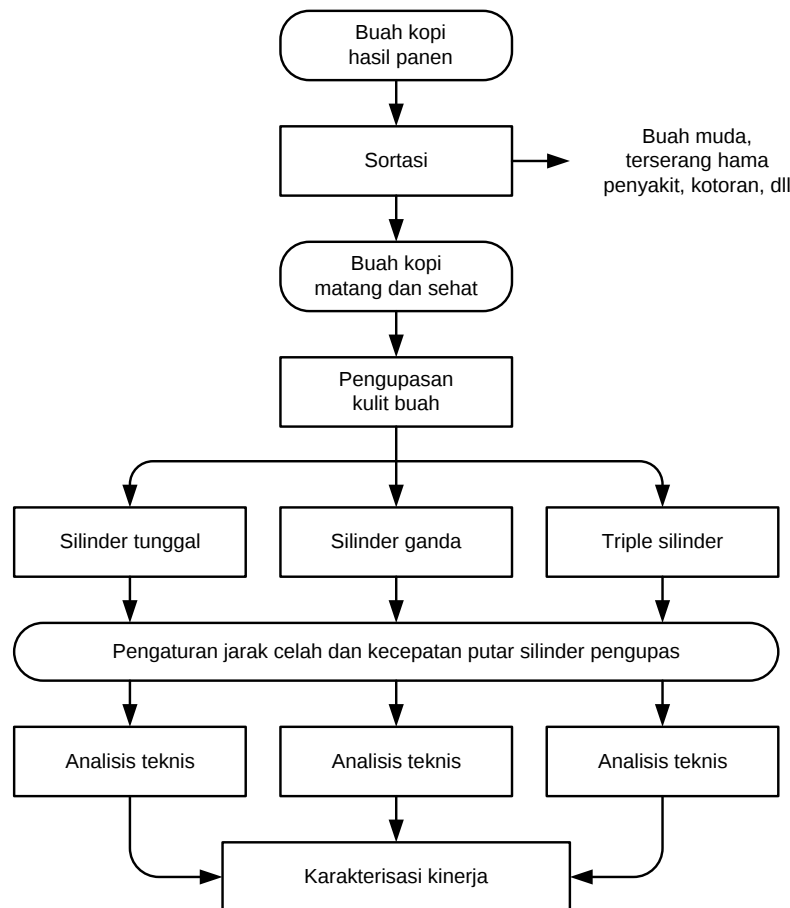
[coupling]. Rangka dibuat dari besi baja profil persegi yang berfungsi untuk menopang alat pengupas dan tenaga penggeraknya. Spesifikasi teknis ketiga mesin tersebut ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi teknis mesin pengupas kulit buah kopi basah (*pulper*)

No.	Parameter	Satuan	Jumlah silinder pengupas		
			Single	Double	Triple
1	Dimensi keseluruhan (panjang; lebar; tinggi)	mm	1600; 530; 1345	1125; 705; 1375	1440; 1200; 1510
2	Dimensi silinder pengupas (diameter; panjang)				
	a. Silinder pertama	mm	400; 147	280; 170	620; 170
	b. Silinder kedua	mm	-	280; 170	620; 170
	c. Silinder ketiga	mm	-	-	620; 170
3	Tenaga penggerak	Jenis HP	Diesel 8	Bensin 5,5	Diesel 16
4	Putaran maksimum	rpm	2600	3100	2200
5	Transmisi		Puli dan sabuk karet	Puli dan sabuk karet	Puli dan sabuk karet
6	Putaran silinder pengupas				
	a. Silinder pertama	rpm	300-350	525-570	500-570
	b. Silinder kedua	rpm	-	525-570	500-570
	c. Silinder ketiga	rpm	-	-	500-570

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian uji kinerja mesin pengupas kulit buah kopi robusta tipe tiga silinder horizontal ditampilkan pada **Gambar 2**. Buah kopi sehat dan matang hasil panen dari kebun percobaan Andungsari dipisahkan dari komponen buah mudah dan terserang hama penyakit serta kotoran lainnya. Sebelum dilakukan proses pengupasan, jarak antara silinder pengupas (rotor) dan plat diam (stator) diatur sedemikian agar diperoleh cacat biji terendah. Pengupasan kulit buah kopi basah dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas kulit buah basah bersilinder tunggal, ganda dan tiga. Analisis kinerja pengupasan dilakukan terhadap kapasitas kerja, prosentase biji kopi HS utuh, prosentase biji kopi pecah/cacat, prosentase buah kopi basah tidak terkupas, prosentase kulit terikut biji, prosentase buah kopi terikut biji, konsumsi air, slip putaran, tingkat kebisingan dan konsumsi bahan bakar.



Gambar 2. Urutan percobaan pengupasan kulit buah dan parameter yang diukur

Perlakuan

Pada penelitian ini dilakukan dua macam variasi perlakuan, yaitu perlakuan kecepatan putar silinder pengupas, dan perlakuan jumlah silinder pengupas. Perlakuan kecepatan putar silinder pengupas yang digunakan antara 300-570 rpm, sedangkan perlakuan jumlah silinder pengupas adalah 1 (*single*), 2 (*doube*), dan 3 (*triple*). Ulangan untuk masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali.

Pengukuran

Parameter yang diukur meliputi waktu operasional, berat bahan yang diumpankan, berat bahan yang dihasilkan dari setiap perlakuan, distribusi fraksi bahan dari corong keluaran, konsumsi bahan bakar, dan putaran silinder pengupas. Putaran poros silinder pengupas dan poros tenaga penggerak diperoleh dengan menggunakan alat ukur putaran [*tachometer*], sedangkan pengelasan [*grading*] buah kopi berdasarkan ukuran diperoleh dengan menggunakan mesin sortasi biji kopi tipe meja getar [Widyotomo *et al.*, 2005].

Analisis Teknis

Kinerja mesin pengupas kulit buah kopi tipe tiga silinder horizontal untuk pengupasan kulit buah kopi robusta meliputi beberapa aspek teknis sebagai berikut :

1. Kapasitas kerja mesin

Kapasitas kerja mesin pengupas kulit buah kopi tipe tiga silinder horizontal [K_p] dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_p, kg / jam = \frac{\text{berat buah kopi, kg}}{\text{waktu, jam}} \quad 1$$

2. Fraksi bahan di setiap corong keluaran

Kinerja mesin pengupas kulit buah kopi sangat ditentukan oleh fraksi bahan yang dihasilkan pada setiap corong keluaran. Parameter penting untuk menentukan fraksi bahan hasil pengupasan adalah prosentase biji kopi HS basah yang dihasilkan, prosentase biji pecah, prosentase serpihan kulit terikut biji, prosentase biji terikut serpihan kulit, dan prosentase buah kopi tidak terkupas.

Prosentase biji kopi HS basah [HS] dihitung berdasarkan perbandingan antara berat biji kopi HS basah yang keluar dari corong keluaran biji kopi HS terhadap berat buah kopi yang masuk pada corong pengumpan [hopper] sebagaimana ditampilkan pada persamaan 2.

$$HS, \% = \frac{\text{berat kopi HS basah, kg}}{\text{berat buah kopi, kg}} \times 100\% \quad 2$$

Prosentase biji pecah [BP_1] yang dihasilkan dari proses pengupasan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$BP_1, \% = \frac{\text{berat biji pecah dari corong keluaran biji HS, kg}}{\text{berat produk dari corong keluaran biji HS, kg}} \times 100\% \quad 3$$

Prosentase serpihan kulit terikut biji [SK_1] yang dihasilkan dari proses pengupasan dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

$$SK_1, \% = \frac{\text{berat kulit dari corong keluaran kopi HS, kg}}{\text{berat produk dari corong keluaran kopi HS, kg}} \times 100\% \quad 4$$

Prosentase biji terikut kulit [BK_1] yang dihasilkan dari proses pengupasan dihitung dengan menggunakan persamaan 5.

$$BK_1, \% = \frac{\text{berat biji dari corong keluaran kulit, kg}}{\text{berat produk dari corong keluaran kulit, kg}} \times 100\% \quad 5$$

3. Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar diukur secara volumetrik dengan menghitung selisih volume bahan bakar sebelum dan setelah proses pengupasan per satuan waktu [l/jam atau l/kg].

4. Slip putaran

Slip [S] yang terjadi dalam sistem transmisi selama proses pengupasan kulit buah kopi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$S, \% = \frac{D_{tp} \cdot N_{tp} - D_{sp} \cdot N_{sp}}{D_{tp} \cdot N_{tp}} \times 100\% \quad 6$$

Dalam hal ini S adalah slip, N_{tp} adalah putaran tenaga penggerak [rpm], N_{sp} adalah putaran silinder pengupas [%], D_{tp} adalah diameter puli penggerak [mm], dan D_{sp} adalah diameter puli yang digerakkan [mm].

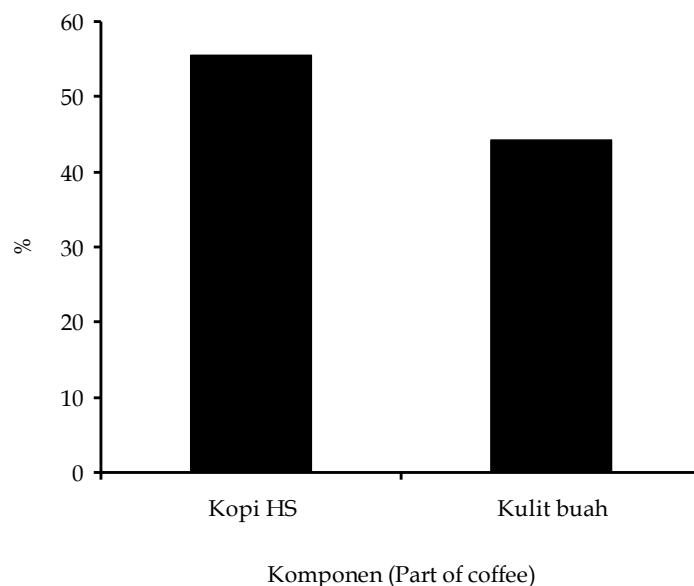
HASIL DAN PEMBAHASAN

Buah kopi atau sering juga disebut sebagai kopi gelondong basah hasil panen memiliki kadar air antara 60-65%, dan biji kopi masih terlindung oleh kulit buah, daging buah, lapisan lendir, kulit tanduk dan kulit ari [Sri Mulato *et al.*, 2006, Sivetz & Desrosier, 1979]. Braham and Bressani [1979] melaporkan bahwa buah kopi terdiri atas 55,4% biji kopi pasar, 28,7% kulit buah kering, 11,8% kulit cangkang [hulls], dan sisanya sebesar 4,15% berupa lendir [muchilage]. Vincent [1989] melaporkan bahwa distribusi ukuran buah kopi matang adalah 51% lebih besar dari 12 mm, 31% lebih besar dari 11 mm, 16% lebih besar dari 10 mm, dan 2% lebih besar dari 9 mm. Hasil pemilahan komponen buah secara manual menunjukkan bahwa buah kopi Arabika yang dipergunakan sebagai bahan percobaan terdiri dari 55,66% berupa kulit buah basah, dan 44,34% berupa biji kopi HS basah berselimut lendir [Gambar 3].

Selain tingkat kematangan buah, keseragaman ukuran buah, jumlah air dan jarak [gab] antara *stator* dengan *rotor* [Widyotomo dan Sri Mulato, 2004], kecepatan putar dan luas permukaan silinder pengupas merupakan dua faktor penting yang sangat berpengaruh pada kinerja mesin pengupas (*pulper*). Kapasitas kerja terendah berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 973 kg/jam untuk silinder tunggal, 2420 kg/jam untuk silinder ganda, dan 6530 kg/jam untuk tiga silinder pengupas. Sedangkan kapasitas kerja tertinggi berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 1890 kg/jam untuk silinder tunggal, 3030 kg/jam untuk silinder ganda, dan 7600 kg/jam untuk tiga silinder pengupas.

Silinder pengupas yang berputar karena adanya daya tenaga penggerak akan memberi kemampuan buah kopi menuju pertemuan dengan plat tetap. Proses pemisahan yang terjadi adalah penguntingan. Dengan semakin cepat putaran silinder pengupas, maka akan semakin banyak dan

semakin cepat aliran buah kopi basah menuju ke plat tetap per satuan waktu. Permukaan silinder pengupas antara lain berfungsi untuk membawa buah kopi ke titik pertemuan dengan plat tetap. Komponen *buble* yang berada di permukaan silinder pengupas akan memberikan tekanan serta sobekan pada permukaan kulit buah agar proses pengupasan dapat berlangsung lebih cepat dan hasil yang baik. Dengan semakin luas permukaan silinder pengupas, maka jumlah *buble* akan semakin banyak. Hal tersebut berarti akan semakin besar jumlah buah kopi yang akan dibawa ke titik pertemuan dengan plat tetap, dan akan semakin besar tekanan yang akan diberikan permukaan silinder pengupas ke permukaan kulit buah kopi. Namun demikian, kapasitas kerja mesin yang tinggi belum menjamin diperolehnya kondisi operasional mesin yang terbaik karena kapasitas kerja yang tinggi tidak berkorelasi positif terhadap efektifitas kerja mesin [Widyotomo *et al.*, 2005].

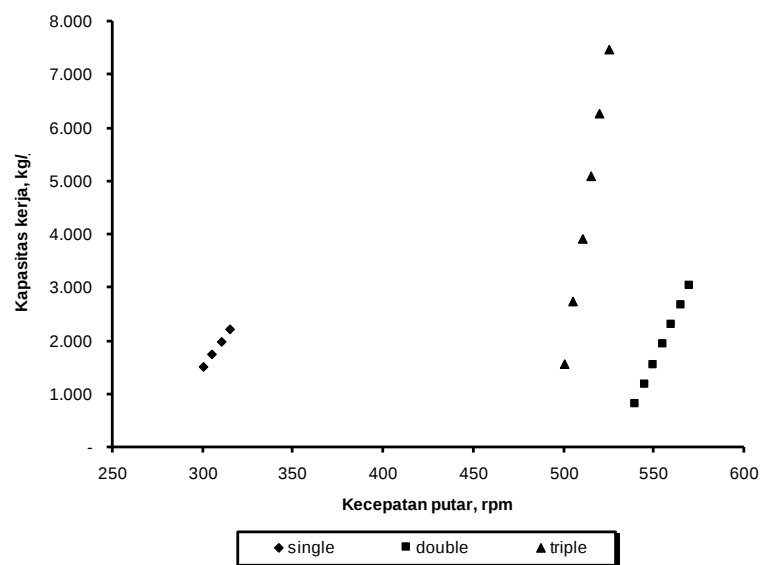


Gambar 3. Prosentase biji kopi HS basah dan kulit buah kopi arabika

Gambar 4 menunjukkan bahwa dengan semakin banyak jumlah silinder pengupas yang digunakan, maka persamaan garis yang terbentuk akan memberikan nilai *gradien*/sudut yang lebih besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa kenaikan kapasitas kerja akan semakin cepat dengan adanya kenaikan kecepatan putar, dan luas permukaan silinder pengupas. **Tabel 2** menunjukkan persamaan garis hubungan antara kecepatan putar silinder pengupas dengan kapasitas kerja mesin yang dihasilkan. Kecepatan putar yang terlalu tinggi jika diterapkan pada mesin pengupas kulit buah kopi silinder tunggal akan berdampak pada menurunnya efektifitas kerja mesin (peningkatan jumlah biji pecah, buah tidak terkupas, biji terikut terikut kulit, kulit terikut biji). Penelitian menunjukkan bahwa putaran tertinggi yang dapat digunakan untuk silinder tunggal adalah 325 rpm dengan kapasitas kerja

mesin 1890 kg/jam. Pada kondisi operasional tersebut diperoleh 1% biji pecah, 9,2% kopi tanpa kulit tanduk, 20% kulit terikut biji, dan 4,1% buah tidak terkupas (**Gambar 5**). Jika putaran silinder pengupas ditingkatkan akan diperoleh peningkatan kapasitas kerja, namun efektifitas kerja mesin akan menurun disebabkan prosentase biji kopi cacat yang dihasilkan akan semakin besar.

Standar mutu kopi Indonesia menyebutkan bahwa biji kopi pecah, buah kopi kering, dan kulit kopi kering masing-masing bernilai cacat $\frac{1}{5}$, 1, dan $\frac{3}{4}$ (BSN, 2008). Syarat minimum kinerja mesin pengupas kulit buah kopi menyebutkan bahwa maksimum biji kopi pecah hasil pengupasan mekanis sebesar 1% (BSN, 2009). Siahaan & Amelia (2008) melaporkan bahwa proses mengupas buah kopi dengan mesin pengupas tipe silinder tunggal horisontal yang paling baik terjadi pada putaran maksimum 135 rpm dengan jarak celah 2,5 mm diperoleh 58,6% biji kopi HS utuh tanpa cacat. BPMA [2006] melaporkan bahwa hasil pengujian mesin pengupas kulit buah kopi arabika tipe silinder tunggal dengan kapasitas kerja 1.483 kg/jam diperoleh 77,8% berupa kopi HS utuh; 1,9% buah kopi tidak terkupas; 0,3% biji kopi pecah; 1,3% kopi HS terikut kulit; dan 20% serpihan kulit terikut kopi HS. Tinggi rendahnya prosentase biji pecah yang diperoleh dari proses pengupasan kulit buah dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik fisik (kekerasan dan ukuran buah). Sebagai contoh, varietas catimor memiliki ukuran buah yang lebih besar, lebih bulat, lebih keras dan kandungan lendir yang lebih tinggi sehingga mempermudah proses pengupasan jika dibandingkan dengan varietas kopi lainnya [Wahyudi *et al* , 1999].



Gambar 4. Kapasitas kerja mesin pengupas kulit buah kopi basah

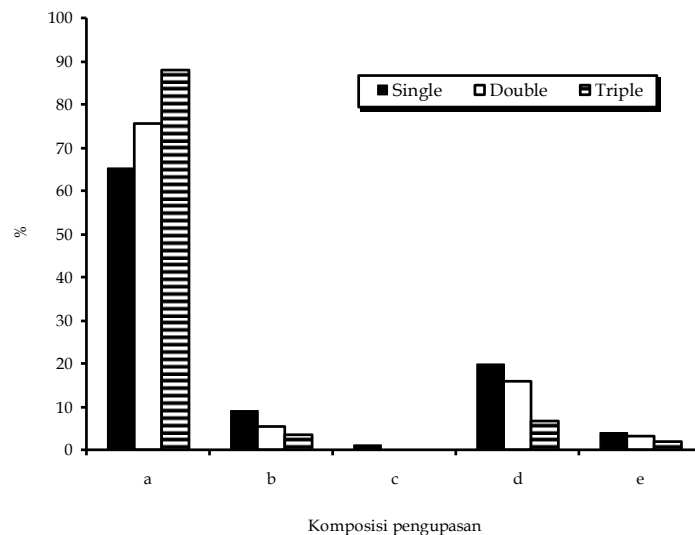
Pada kapasitas kerja 3000 kg/jam diperoleh komposisi hasil pengupasan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder ganda masing-masing 5,4% kopi tanpa kulit tanduk, 15% kulit terikut biji, dan 3% buah tidak terkupas. Sedangkan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe tiga silinder

dengan kapasitas kerja 7600 kg/jam akan diperoleh 3,6% kopi tanpa kulit tanduk, 6,7% kulit terikut biji, dan 1,8% buah tidak terkupas. Peningkatan putaran mesin pada kedua jenis pulper ini akan berakibat pada peningkatan kebisingan, kurang stabilnya operasional mesin karena getaran yang tinggi, dan sistem transmisi akan rentan terhadap kerusakan.

Tabel 2. Persamaan regresi linier kapasitas pengupasan dari beberapa perlakuan

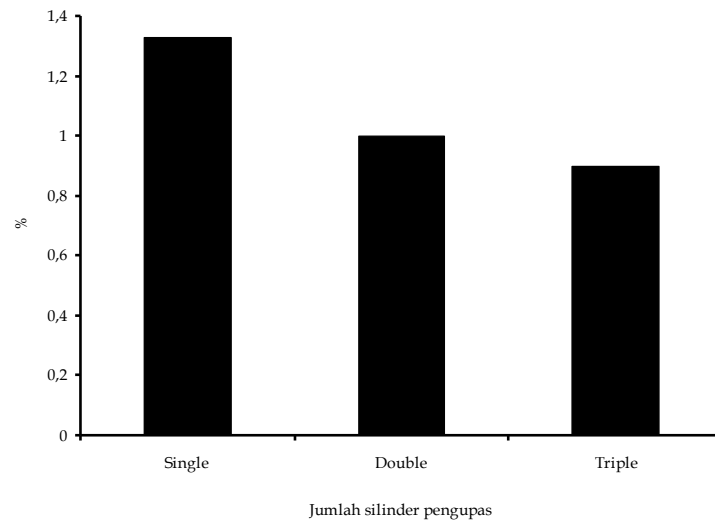
Jumlah Silinder Pengupas	Persamaan garis linier regresi	Koefisien korelasi, R
Single	$Y = 46,223X - 12347$	0,9655
Double	$Y = 73,717X - 38990$	0,8670
Triple	$Y = 235,98X - 116423$	0,9678

Keterangan : X adalah putaran silinder pengupas [rpm], Y adalah kapasitas pengupasan [kg/jam]



Keterangan : a = kopi HS utuh; b = kopi tanpa kulit tanduk; c = biji pecah; d = kulit terikut biji; e = buah kopi tidak terkupas

Gambar 5. Komposisi hasil pengupasan di corong keluaran biji kopi HS



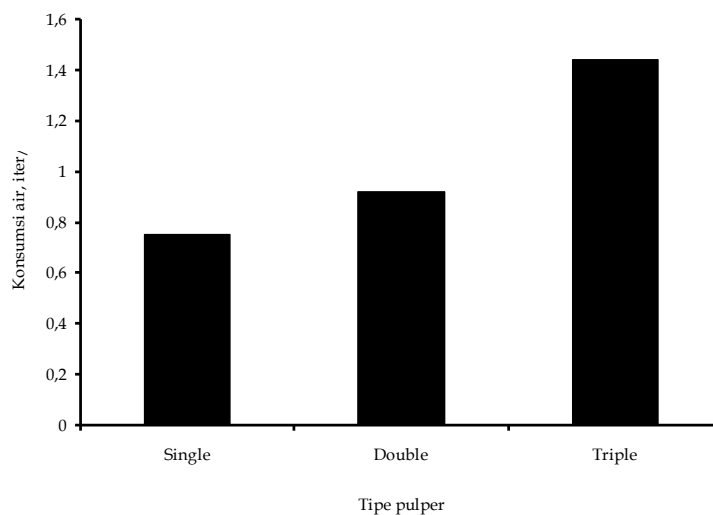
Gambar 6. Prosentase buah kopi terikut kulit di corong keluaran kulit

Air merupakan media yang sangat diperlukan dalam proses pengupasan dan pemisahan kulit buah kopi secara basah. Pada beberapa perkebunan besar, pengolahan kopi secara basah membutuhkan air dalam jumlah besar untuk kegiatan pemilahan, pengupasan dan pencucian biji kopi berkulit cangkang. Sri Mulato *et al.*, (2005) melaporkan bahwa proses pengolahan kopi secara basah membutuhkan 7-9 m³ air/ton biji kopi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengupasan kulit buah kopi dengan silinder tunggal, ganda, dan tiga silinder horisotal masing-masing membutuhkan air sejumlah 0,75 liter/kg, 0,92 liter/kg dan 1,44 liter/kg (**Gambar 7**). Jumlah yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan kebutuhan air untuk proses pengupasan yang dilakukan di beberapa perkebunan besar di Indonesia.

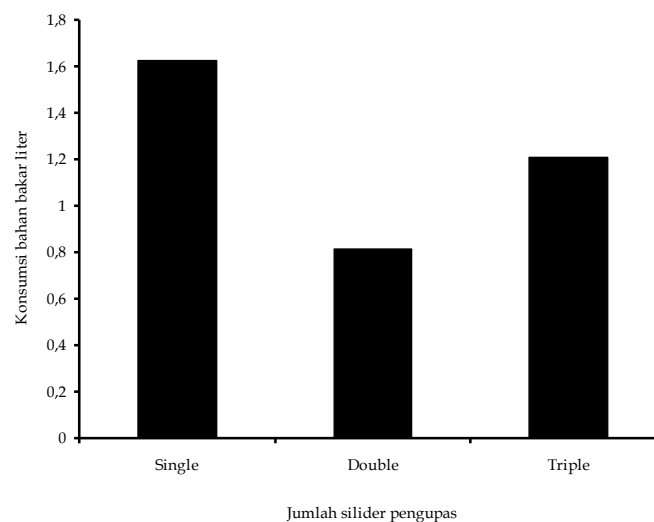
Konsumsi bahan bakar berkaitan dengan sejumlah daya yang telah dikeluarkan oleh alat dan mesin untuk melakukan suatu kerja dalam kurun waktu tertentu. Semakin besar daya yang dikeluarkan, maka sumber energi yang dibutuhkan akan semakin besar [Widyotomo *et al.*, 2004]. Henderson & Perry [1976] melaporkan bahwa perubahan ukuran partikel berdampak pada jumlah energi yang diperlukan dalam proses pengecilan ukuran. Energi yang diperlukan untuk mengecilkan suatu bahan sebanding dengan dimensi partikel hasil pengecilan ukuran dan dimensi yang sama dari partikel semula pangkat jumlah tahapan pengecilan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar tertinggi 1,63 liter/jam diperlukan untuk pengupasan kulit buah kopi basah dengan menggunakan mesin pengupas bersilinder tunggal, sedangkan konsumsi bahan bakar terendah 0,8 liter/jam diperlukan untuk pengupasan kulit buah kopi basah dengan menggunakan mesin pengupas bersilinder ganda [**Gambar 8**]. Widyotomo *et al* [2005] dan Widyotomo *et al* [2009] melaporkan bahwa konsumsi bahan bakar meningkat dengan semakin tingginya jumlah putaran poros tenaga penggerak per satuan waktu. Selain

itu, jumlah bahan bakar akan meningkat dengan semakin tinggi beban yang dikenakan dan daya maksimum yang dimiliki oleh tenaga penggerak.

Beban pengupasan mesin pengupas silinder tunggal lebih rendah jika dibandingkan dengan dua tipe yang lain. Namun daya terpasang pada mesin yang terlalu tinggi menyebabkan bahan bakar yang diperlukan untuk menggerakkan mesin menjadi besar. Peningkatan daya yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah putaran ternyata akan berakibat pada peningkatan prosentase biji pecah.



Gambar 7. Konsumsi air untuk proses pengupasan kulit buah kopi basah

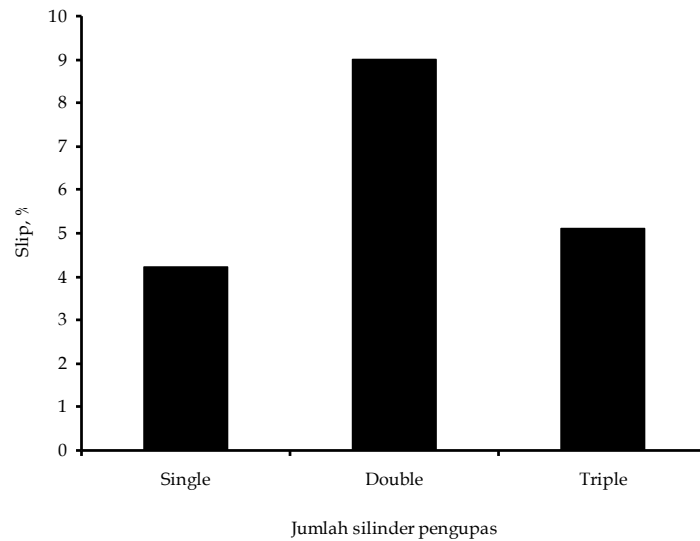


Gambar 8. Konsumsi bahan bakar untuk proses pengupasan kulit buah kopi basah

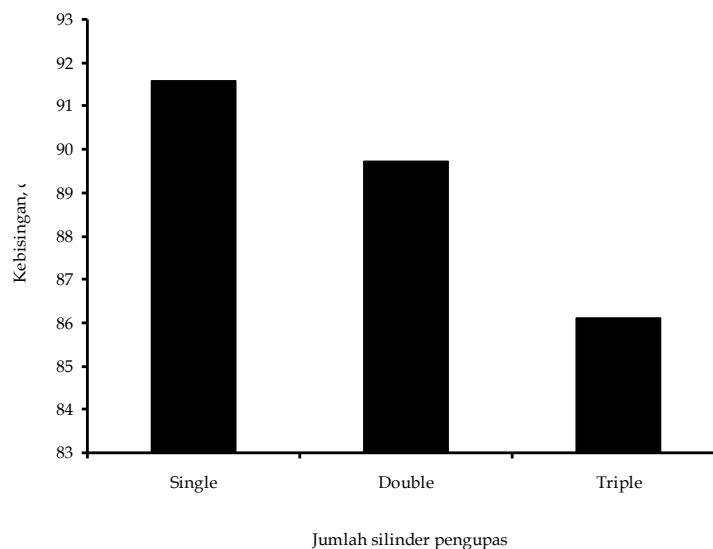
Slip putaran merupakan salah satu parameter unjuk kerja yang berpengaruh terhadap kinerja mesin. Daya yang dihasilkan sumber tenaga penggerak diteruskan ke unit pengupas melalui suatu sistem transmisi tertentu. Pemilihan sistem transmisi yang tepat dapat menekan kehilangan daya selama mesin beroperasi. Sistem penerusan daya yang digunakan pada mesin pengupas kulit buah kopi basah adalah pulley dan sabuk karet profil V. Keuntungan penggunaan sistem transmisi tersebut antara lain mudah dan murah dalam hal perawatan maupun penggantian komponen transmisi, dan yang lebih penting adalah jika terjadi kemacetan proses yang tiba-tiba, maka tidak akan langsung berdampak negatif, baik pada sumber tenaga penggerak maupun unit pengupasnya. Namun demikian, kelemahan penggunaan sistem transmisi model pulley dan sabuk karet profil V adalah seluruh daya tenaga penggerak tidak dapat diteruskan ke poros unit pengupas karena adanya *slip* putaran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa slip tertinggi sebesar 9% diperoleh pada sistem transmisi mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder ganda, sedangkan slip terendah sebesar 4,2% diperoleh pada sistem transmisi mesin pengupas tipe silinder tunggal [**Gambar 9**]. Slip terjadi diantaranya disebabkan karena kurang kuatnya sabuk karet mengikat di pulley atau permukaan sabuk karet yang telah halus karena efek panas yang timbul selama proses berlangsung. Pemberian beban saat pengoperasian mesin ternyata akan berdampak pada menurunnya jumlah putaran poros penggerak yang disebabkan gesekan [friksi] antara bahan dengan permukaan silinder pengupas, dan gesekan antar bahan selama proses pengupasan berlangsung. Widyotomo *et al.* (2009) melaporkan bahwa pada kecepatan putaran 1400-1800 rpm, mesin pengupas kulit buah kopi tipe silinder ganda horisontal untuk pengupasan kulit kopi robusta akan menghasilkan slip antara 8-15%. Sri Mulato *et al.* [2006] melaporkan bahwa buah kopi robusta relatif lebih sulit dikupas daripada buah kopi arabika karena karakteristik kulit buahnya lebih keras dan kandungan lendirnya lebih sedikit. Pada skala pengolahan yang besar di beberapa perkebunan besar nasional maupun swasta sering digunakan mesin tipe Raung.

Salah satu aspek kenyamanan operator dalam mengoperasikan mesin adalah sapek kebisingan. Kebisingan timbul dari suara yang dihasilkan sumber tenaga penggerak [mesin diesel, listrik, motor bakar], dan getaran mesin secara umum saat beroperasi. Ambang batas maksimum untuk kebisingan mesin yang masih dapat diterima operator sebesar 90 dB. Putaran poros mesin yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dapat menyebabkan mesin bekerja kurang stabilnya. **Gambar 10** menunjukkan tingkat kebisingan ketiga mesin pada saat operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh operasional mesin silinder tunggal lebih tinggi dari 90 dB, yaitu 91,6 dB. Standard kebisingan maksimum untuk operasional mesin adalah 90 dB sehingga untuk operasional mesin silinder tunggal perlu dilakukan penggunaan putaran yang lebih rendah dari 570 rpm.



Gambar 9. Slip putaran silinder pengupas



Gambar 10. Tingkat kebisingan mesin

KESIMPULAN

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah merancang bangun dan melakukan uji coba mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder tunggal, silinder ganda dan tiga silinder horisontal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas kerja terendah berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 973 kg/jam untuk silinder tunggal, 2420 kg/jam untuk silinder ganda, dan 6530 kg/jam untuk tiga silinder pengupas, sedangkan kapasitas kerja tertinggi berdasarkan jumlah silinder pengupas adalah 1890 kg/jam untuk silinder tunggal, 3030 kg/jam untuk silinder ganda, dan 7600 kg/jam untuk tiga

silinder pengupas. Putaran tertinggi yang dapat digunakan untuk silinder tunggal adalah 325 rpm dengan kapasitas kerja mesin 1890 kg/jam. Pada kondisi operasional tersebut diperoleh 1% biji pecah, 9,2% kopi tanpa kulit tanduk, 20% kulit terikut biji, dan 4,1% buah tidak terkupas. Pada kapasitas kerja 3000 kg/jam diperoleh komposisi hasil pengupasan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder ganda masing-masing 5,4% kopi tanpa kulit tanduk, 15% kulit terikut biji, dan 3% buah tidak terkupas. Sedangkan mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe tiga silinder dengan kapasitas kerja 7600 kg/jam akan diperoleh 3,6% kopi tanpa kulit tanduk, 6,7% kulit terikut biji, dan 1,8% buah tidak terkupas.

Daftar Pustaka

- Amelia, I. H. Siahaan, dan I. Palisu [1998]. Studi pengaruh jarak celah terhadap kualitas biji kopi pada mesin pengupas biji kopi. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- BPMA [2006]. Keterangan hasil pengujian mesin pengupas buah kopi. Balai Pengujian Mutu Alat dan Mesin Pertanian. Departemen Pertanian.
- Braham, J.E. and. R. Bressani [1979]. Coffee Pulp : Compostion, Technology, and Utilization. Ottawa, Ont., IDRC. 95p.
- BSN [2008]. SNI 01-2907-2008 : Biji Kopi. Badan Sdandardisasi Nasional. Departemen Pertanian.
- Henderson, A.M. & R.L. Perry [1976]. Agricultural process engineering. Second Edition. The AVI Publishing, Westport, Connecticut.
- Ismayadi, C. [1999]. Pencegahan cacat cita rasa dan kontaminasi jamur mikotoksigenik pada biji kopi. Warta. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 15 [1], 130-142.
- Mburu, J.K. [1995]. Notes on coffee processing procedures and their influence on quality. Kenya Coffee, 60, 2131-2136.
- Palisu, I. 2004. Mesin pengupas biji kopi. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Kristen Petra. Surabaya
- Siahaan, I. H. & Amelia S. 2008. Setting mesin pengupasan biji kopi untuk kebutuhan pengolahan biji kopi di daerah perkebunan agrowisata kebun kopi jawa timur berbasis metode *fuzzy logic*. Jurusan Teknik Mesin dan Industri. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Sivetz, M. & N.W. Desrosier [1979]. Coffee technology. The AVI Publ. Co. Westport, Connecticut. USA.
- Sri Mulato, O. Atmawinata, Yusianto, S. Widyotomo, & Handaka [1999]. Kajian penerapan pengolahan kopi arabika secara kelompok; studi kasus di Kabupaten Aceh Tengah. Warta. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 15 [1], 143-160.
- Sri Mulato, S. Widyotomo, & E. Suharyanto [2006]. Teknologi proses dan pengolahan produk primer dan sekunder kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember, Jawa Timur.
- Wahyudi, T., O. Atmawinata, C. Ismayadi & Sulistyowati [1999]. Kajian pengolahan beberapa varietas kopi Jawa pengaruhnya terhadap mutu. Pelita Perkebunan. Vol. 15 [1], 56-67.
- Widyotomo, S dan Sri Mulato [2004]. Kinerja mesin pengupas kulit kopi kering tipe silinder horisontal. Pelita Perkebunan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Vol. 20[2], 75-96.
- Widyotomo, S, Sri Mulato dan Edi Suharyanto [2005]. Kinerja mesin pemecah biji dan pemisahkulit kakao pascasangrai tipe pisau putar. Pelita Perkebunan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Vol. 21 [3], 184-199.
- Widyotomo, S., Sri Mulato, H. Ahmad, dan S. T. Soekarno. 2009. Kinerja pengupas kulit buah kopi segar tipe silinder ganda horizontal. Pelita Perkebunan. Vol. 25 (1), 55-75.
- Widyotomo, S.; dan Sri Mulato [2005]. Kinerja mesin sortasi biji kopi tipe meja getar. Pelita Perkebunan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Vol. 21[1], 55-72.
- Vincent, G.C. [1989]. Green coffee processing. In R.J. Clarke & R. Macrae [Eds], Coffee Vol. II : Technology. Elsevier Appl. Sci., London and New York; 1-33.
- Wintgens, J. N. [2004]. Coffee : Growing, Processing, Sustainable Production. A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

Jember, 23 Pebruari 2010

Kepada

Yth. Pemimpin Dewan Redaksi

Jurnal *Enjineering Pertanian*

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

Situgadung-Legok, Tromol Pos 2 Serpong

TANGERANG 15310

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan 1 [satu] naskah hasil penelitian dengan judul **Karakterisasi Kinerja Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi Basah Tipe Silinder Horisontal** (*Performance of a horizontal triple cylinder type pulping machine*) (Sukrisno Widyotomo) (*terlampir*). Kami berharap naskah tersebut dapat dimuat dalam periode penerbitan Jurnal Enjineering Pertanian yang akan datang. Saran dan koreksi demi perbaikan naskah tersebut sangat kami nantikan.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terima kasih.

Hormat kami,

ttd.

Sukrisno Widyotomo

Alamat korespondensi mohon ke :

Sukrisno Widyotomo

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

Jl. PB. Sudirman No. 90 Jember-Jawa Timur 68118

HP. 0852 321 88088

Email : swidyotomo@yahoo.com