

## RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA MESIN SORTASI BUAH DUKU

### *Design and Test The Performance Machine of Sorten Duku Fruit*

Warji<sup>1</sup>, Sandi Asmara<sup>2</sup>, Siti Suharyatun<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

*The objective of the research was to design and test the sorting machine of 'duku' fruit. The sorting machine was able to sort the fruit into three grades by means of principle of inclined plane and exploiting of mechanical vibration. Machine components consist of frame, hopper, sorting rack, part of output, source of power, transmission and vibrator. Uniformity of the sorting results varied, i.e., grade A equal to 100 %, grade B equal to 50.1 % and grade C equal to 80.1 %. The average level of sorting process was 59.5 % with the working capacity of the machine of 500 kg/ hour.*

**Keyword:** design, sorting, machine, 'duku'

*Diterima: 21 Januari 2007; Disetujui: 25 April 2007*

#### PENDAHULUAN

Dewasa ini potensi serta peluang pasar industri hortikultura khususnya buah-buahan semakin luas seiring dengan meningkatnya permintaan masyarakat terhadap buah-buahan yang bermutu tinggi (Pramono, 2004). Selama tahun 1995 - 2000 terjadi peningkatan permintaan buah-buahan rata-rata sebesar 6,1%, diperkirakan pada tahun 2010 total permintaan buah-buahan dalam negeri mencapai 14 juta ton (Prayogi, 2004).

Buah-buahan juga merupakan komoditi hortikultura yang memiliki potensi pasar yang cukup bagus di luar negeri. Namun permasalahan buah di Indonesia dewasa ini adalah ketersediaan, teknik

penanganan pascapanen dan sistem distribusinya (Sugiyono, 2005). Berbagai upaya dilakukan untuk mengembangkan buah-buahan agar dapat diterima sebagai komoditas ekspor. Salah satunya adalah melalui pengembangan teknologi sortasi dan sistem distribusinya (Prayogi, 2004).

Duku merupakan salah satu komoditas buah yang cukup disukai di Indonesia (Handayani, 2004). Buah duku juga memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai salah satu komoditas ekspor, khususnya ke Jepang, Hongkong, Singapura dan Amerika Serikat (Yuwono, 2006).

Untuk menghasilkan duku yang memiliki daya jual tinggi perlu adanya peningkatan dalam penanganan pascapanen buah salah satunya sortasi

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jln. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Telp. (0721) 625431 ext. 846 HP: 081369104919, e-mail : warji1978@yahoo.com

<sup>2</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jln. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung.

<sup>3</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jln. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung.

dan penggolongan mutu buah duku (Yuwono, 2006). Penyortiran buah duku sangat minim sekali dilakukan oleh petani dan para pedagang buah. Hal ini menyebabkan tingkat pemasaran buah duku yang tidak maksimal karena buah dijual tanpa ada spesifikasinya. Padahal, dengan melakukan penggolongan mutu akan diperoleh nilai tambah karena buah dapat dijual dengan harga yang berbeda, tergantung pada kelasnya masing-masing.

Sebagai salah satu komoditas ekspor, buah duku memerlukan proses sortasi, karena pasar ekspor menuntut syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi eksportir dengan parameter kualitatif ataupun kuantitatif.

Berdasarkan kondisi tersebut dirancang suatu mesin yang dapat

mengatasi permasalahan pengelompokan/pemutuan buah duku yaitu dengan merancang bangun mesin sortasi buah duku. Tujuan penelitian adalah untuk merancang dan menguji mesin sortasi buah duku yang dapat memilah buah duku menjadi 3 ukuran (grade) dan memisahkan buah duku dari kotoran atau benda asing tanpa merusak fisik buah tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan teknologi dalam meningkatkan nilai jual buah duku dan efisiensi tenaga kerja dalam penanganan pascapanen buah duku khususnya pada tahap sortasi dan pemutuan.

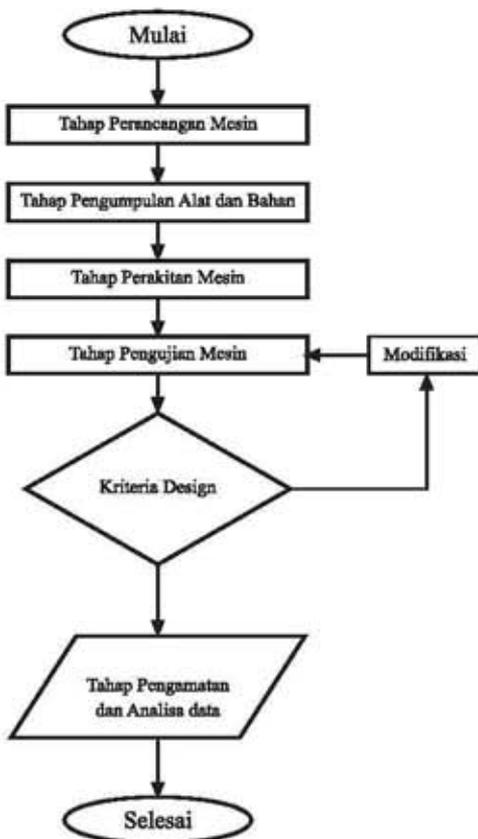
## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu, tahap perancangan, tahap pengumpulan bahan, tahap perakitan, tahap pengujian hasil rancangan, tahap pengamatan dan analisis data.

Tahap perancangan meliputi perancangan rangka, hoper, rak sortasi, bagian keluaran, sumber tenaga, transmisi dan penggetar.

Rangka berbentuk persegi panjang dengan ukuran 200 cm x 60 cm x 110 cm dirancang dari bahan besi siku dengan ukuran 5 x 5 cm. Panjang dan lebar rangka disesuaikan dengan ukuran rak sortasi, panjang rangka didapatkan dari perkalian panjang rak sortasi (215 cm) dengan kemiringan rak sortasi ( $\cos 20^\circ$ ) yaitu sebesar 202 cm. Karena pemasangan rak sortasi menjorok keluar 2 cm, maka panjang rak sortasi dirancang 200 cm.

Tinggi rangka dirancang berdasarkan panjang rak sortasi, kemiringan rak sortasi, jarak antar rak dan tinggi kaki rangka. Tinggi rangka didapatkan dengan menjumlahkan perkalian  $\sin 20^\circ$  dengan panjang rak sortasi 200 cm yaitu sebesar 68 cm, dengan tiga kali jarak antar rak



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

(10 cm) yang sebelumnya sudah dikalikan dengan cosinus  $20^{\circ}$  yaitu sebesar 32 cm dan tinggi kaki rangka 10 cm, sehingga secara keseluruhan tingginya adalah 110 cm. Rangka ini berfungsi sebagai penyangga atau penopang dari semua bagian mesin sortasi buah duku.

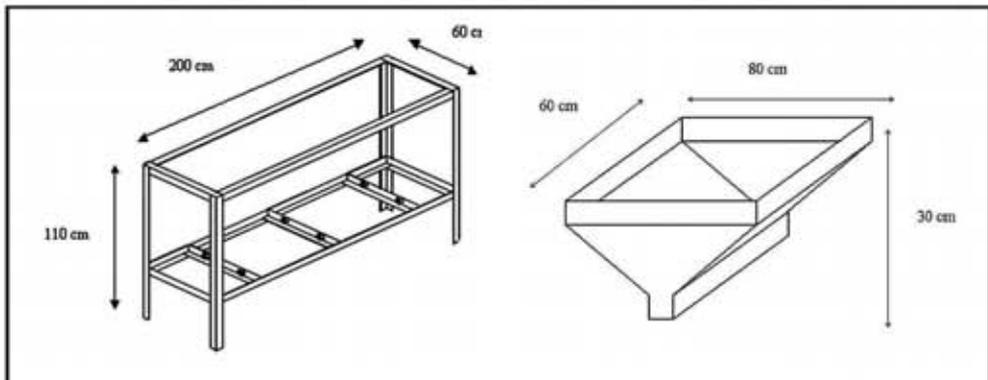
Hoper berbentuk limas segi empat terbalik yang terpancung secara horisontal pada bagian bawahnya. Ukuran hoper adalah 80 cm x 60 cm x 30 cm. Lebar hoper disesuaikan dengan lebar rak sortasi agar duku dapat tersebar dengan merata. Hoper dibuat dari rangka kawat besi dan bidangnya ditutup dengan menggunakan besi plat 1,5 mm. Hoper berfungsi sebagai penampung dan saluran pengumpulan buah ke rak sortasi.

Rak sortasi dirancang sebanyak 3 buah dan terbuat dari besi dengan diameter 1,27 cm. Ukuran masing-masing rak sortasi ini adalah 215 cm x 60 cm. Rak sortasi berfungsi untuk memilah buah duku menjadi 3 grade yaitu grade A, grade B dan grade C, sehingga jarak antar besi pipa pada rak disesuaikan dengan diameter buah duku. Pada rak teratas memiliki jarak antar bagian pipa terluar 3,3 cm, rak tengah 2,7 cm, dan rak bawah 2,0 cm. Pada rak sortasi buah duku yang ukurannya lebih besar dari 3,3 cm menggelinding pada rak sortasi bagian atas, untuk duku yang ukurannya kurang dari 3,3 cm jatuh ke rak kedua.

Pada rak kedua duku yang ukurannya lebih besar dari 2,7 cm menggelinding pada rak kedua ini dan yang ukurannya kurang dari 2,7 cm jatuh ke rak ketiga. Pada rak ketiga duku yang ukurannya lebih besar 2 cm menggelinding pada rak ini, sedangkan yang ukurannya kurang dari 2 cm jatuh ke rak keempat dan menjadi duku apkiran.

Kemiringan rak sortasi yang digunakan 20, karena menurut Linda (2006) sudut kemiringan 20 lebih efektif dibandingkan dengan kemiringan  $10^{\circ}$  dan  $15^{\circ}$ . Jarak antara rak satu dengan yang lain adalah 10 cm untuk mengantisipasi terjadinya penyumbatan pada rak sortasi.

Dengan asumsi bahwa buah duku menggelinding dengan poros pusat yang sejajar dengan diameter melintang buah duku dan paling lama lima kali putaran duku sudah dapat tersortasi, maka panjang lintasan pada rak pertama adalah lima kali keliling duku dengan arah diameter melintangnya. Dengan diameter duku terbesar pada 3,6 cm pada rak pertama, keliling buah sebesar 11,3 cm dan lima kali kelilingnya adalah 57 cm sehingga pada rak pertama minimal diperlukan panjang lintasan duku pada rak sortasi sebesar 56 cm. Pada rak kedua dan ketiga dengan diameter duku terbesar 3,3 cm dan 2,7 cm memerlukan panjang lintasan 52 cm dan 42 cm, maka panjang lintasan keseluruhan yang



Gambar 2. (a) Skema Rangka, (b) Skema Hoper

diperlukan adalah 150 cm. Penentuan panjang rak sortasi juga memperhitungkan panjang hoper dan bagian keluaran (15 cm) sebelum jatuh ke saluran keluaran. Karena output pada hoper terletak di bagian tengah dan lebarnya lubang pengeluaran hoper 10 cm, maka pada penentuan panjang rak sortasi harus ditambahkan 50 cm, sehingga panjang rak sortasi adalah 215 cm.

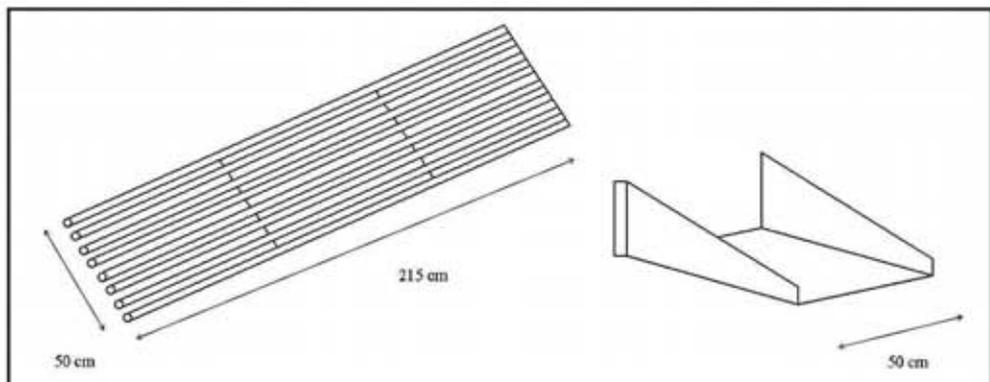
Lebar rak sortasi ditentukan oleh banyaknya lintasan tiap rak, jarak antar besi pipa dan diameter besi pipa. Pada rak pertama, jarak antar besi pipa terluar besarnya 3,3 cm, diameter besi pipa yang digunakan 1,27 cm, dan jumlah lintasan sebanyak 13 buah, maka lebarnya adalah 57,8 cm. Jarak antar besi pipa terluar rak kedua dan ketiga adalah 2,7 cm dan 2 cm maka kedua-duanya lebarnya 58,5 cm. Tebal rangka rak sortasi pada kedua sisinya sebesar 3,2 cm untuk rak pertama, 1,5 cm pada rak kedua dan ketiga sehingga lebar rak sortasi besarnya 60 cm.

Saluran keluaran dirancang dengan memperhatikan buah duku yang keluar. Saluran keluaran berbentuk prisma segitiga yang diletakkan pada ujung setiap rak sortasi dengan bagian atas terbuka. Ukuran bagian keluaran berbeda, hal ini bertujuan agar buah duku yang telah tersortasi tidak bercampur kembali.

Ukuran saluran keluaran secara berturut-turut 50 cm, 40 cm, 30 cm dan 20 cm. Bagian keluaran berfungsi sebagai saluran keluaran buah duku yang telah tersortir.

Sumber tenaga menggunakan motor listrik 1400 rpm dan sistem transmisi menggunakan sabuk V yang dihubungkan dengan motor listrik. Putaran motor listrik diperkecil dengan cara memperbesar diameter puli. Diameter puli motor listrik adalah 7,62 cm, diameter yang dipakai untuk puli kedua 20,3 cm sehingga putaran dapat diperkecil menjadi 525 rpm. Pada poros diameter kedua dipasang puli dengan diameter 7,62 dan dihubungkan dengan puli pada poros eksentrik yang diameternya 10,2 cm sehingga didapatkan putaran pada sistem eksentrik 394 rpm. Putaran poros eksentrik diubah menjadi gerakan bolak-balik dan menggerakkan rak sortasi. Setiap putaran menghasilkan satu kali gerakan bolah-balik (simpangan), sehingga dengan putaran 394 rpm terjadi simpangan 394 tiap menit dan menghasilkan getaran 6,6 Hz.

Alat-alat yang digunakan dalam perancangan didapatkan dari Bengkel Mekanisasi Pertanian, Teknik Pertanian, Unila. Bahan-bahan yang digunakan pada perancangan ini dibeli dari toko material. Bagian-bagian komponen mesin disatukan sehingga terbentuk satu



Gambar 3. (a) Skema Rak Sortasi, (b) Skema Saluran Keluaran

kesatuan mesin sortasi buah duku yang dapat mensortasi buah duku berdasarkan ukuran (grade) sesuai dengan dengan kriteria desain. Pada perancangan ini yang menjadi kriteria utama adalah kinerja mesin sortasi, yaitu mampu mensortasi minimal 500 kg/jam.

Tahap pengujian mesin dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin hasil rancang bangun. Pada pengujian mesin digunakan sudut kemiringan rak sortasi  $20^\circ$  dan menggunakan getaran 6,6 Hz. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut : untuk pengujian keseragaman

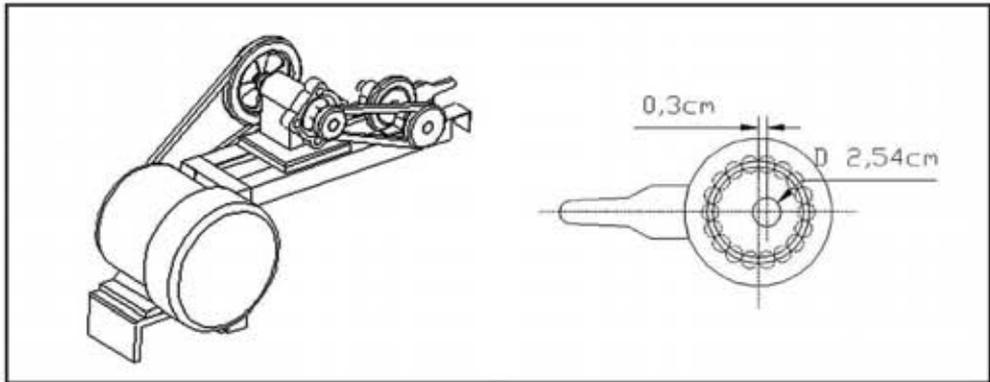
hasil sortasi, buah duku di kelompokkan secara teliti dengan menggunakan alat bantu pengukur diameter (jangka sorong) sehingga diperoleh 3 kelompok ukuran yaitu :

Grade A : 100 buah duku ( $d \geq 3,3$  cm)

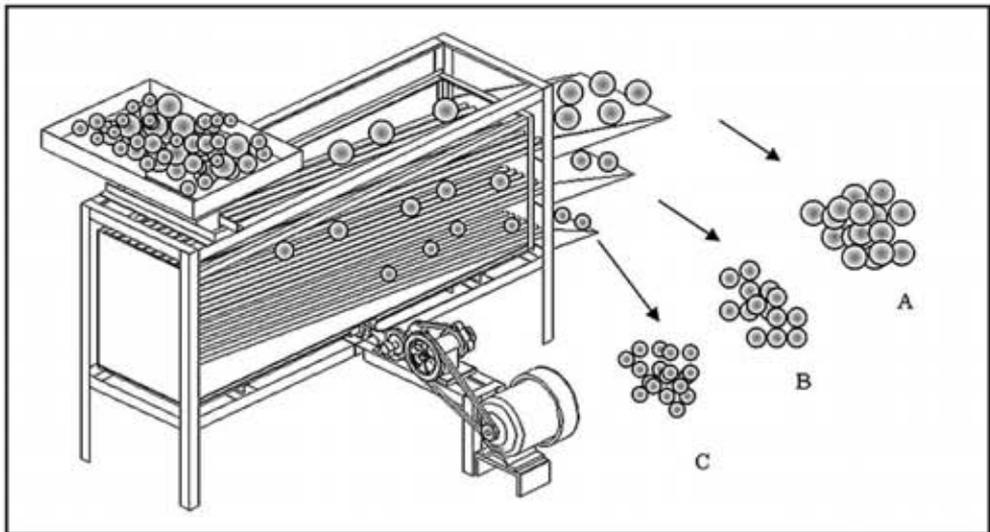
Grade B : 100 buah duku ( $2,7 \text{ cm} \leq d < 3,3$  cm)

Grade C : 100 buah duku ( $2 \text{ cm} \leq d < 2,7$  cm)

Setelah diberi tanda, ketiga grade buah duku tersebut dicampur dan disortasi dengan 5 kali ulangan. Untuk menguji tingkat keberhasilan proses sortasi, 10



Gambar 4. Skema Transmisi dan Pembangkit Getaran



Gambar 5. Skema Mekanisme Kerja Mesin Sortasi Hasil Perakitan

kg duku diukur terlebih dahulu diameternya dengan jangka sorong dan dikelompokkan sesuai dengan gradenya masing-masing, dicampur kembali dan dilakukan sortasi sebanyak 5 kali ulangan.

Pengamatan dan uji kinerja mesin sortasi meliputi beberapa hal:

- a) Komponen struktural dan fungsional mesin sortasi buah duku. Pengamatan dilakukan pada komponen yang penting pada mesin sortasi buah duku seperti hoper, rak sortasi, dan penggetar (vibrator). Hal ini dilakukan untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya komponen-komponen mesin tersebut.
- b) Keceragaman hasil sortasi. Parameter yang diamati adalah presentase buah tersortir sempurna dan tidak tersortir sempurna dari sampel yang diuji. Duku tersortasi sempurna adalah duku yang tertampung pada penampung setelah melalui saluran pengeluaran sesuai dengan gradenya.

$$TS_i = \frac{SG}{MD_i} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

$TS_i$  : jumlah duku tersortasi sempurna (%)

$SG$  : massa duku sesuai dengan gradenya (kg)

$MD_i$  : massa duku yang disortasi (kg) pada grade duku (A, B, C)

Duku tersortasi tidak sempurna yaitu duku yang tersortasi tetapi masuk ke grade lain.

$$TTS_i = \frac{TSG}{MD_i} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

$TTS_i$  : jumlah duku tersortasi tidak sempurna (%)

$TSG$  : massa duku tidak sesuai dengan gradenya (kg) pada grade duku (A, B, C)

$MD_i$  : massa duku yang disortasi (kg)

- c) Keberhasilan proses sortasi. Keberhasilan proses sortasi adalah buah duku yang dapat tersortir secara keseluruhan.

$$KS_i = \frac{TS}{MD_i} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

$KS_i$  : Keberhasilan proses sortasi (%)

$TS_i$  : massa duku tersortasi (tidak tersangkut dalam rak) (kg)

$MD_i$  : massa duku yang disortasi (kg) pada grade duku (A, B, C)

- d) Tingkat kerusakan hasil sortasi. Pengamatan dilakukan setelah buah duku selesai di sortasi, selanjutnya disimpan untuk mengetahui kerusakan yang diakibatkan oleh proses sortasi. Lamanya penyimpanan sampai buah duku tersebut tidak layak untuk dikonsumsi.
- e) Kapasitas kerja mesin. Kapasitas kerja mesin dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KK = \frac{MD}{t} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

$KK$  : Kapasitas kerja mesin (%)

$MD$  : massa duku yang disortasi (kg)

$t$  : waktu sortasi (jam)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mesin Sortasi

Mesin sortasi buah duku hasil desain mampu mensortasi buah duku menjadi 3 grade berdasarkan ukuran. Mesin sortasi ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu rangka, rak sortasi, hoper, penggetar, dan saluran keluaran. Gambar mesin sortasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Semua komponen mesin dapat berfungsi dengan baik, kecuali pada bagian rak sortasi. Pada rak sortasi sebelum menggunakan bahan besi

Tabel 1. Persentase Keseragaman Hasil Sortasi

Ulangan	Grade A		Grade B		Grade C	
	Tersortasi Sempurna	Tercampur	Tersortasi Sempurna	Tercampur	Tersortasi Sempurna	Tercampur
1	100 %	0 %	55,5 %	45,5 %	86,8 %	13,2 %
2	100 %	0 %	48,1 %	51,9 %	79,7 %	20,3 %
3	100 %	0 %	53,5 %	46,5 %	78,7 %	21,3 %
4	100 %	0 %	51,6 %	48,4 %	83,8 %	16,2 %
5	100 %	0 %	41,7 %	58,3 %	71,4 %	28,6 %
Rata-rata	100 %	0 %	50,1 %	49 %	80,08 %	19,02 %

dengan diameter 1,27 cm dicoba menggunakan pipa paralon dengan ukuran 1,27 cm, hasilnya banyak duku yang terselip diantara pipa paralon, ini terjadi karena pipa paralon bersifat lentur. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pada perancangan rak sortasi dipilih pipa besi, dengan bahan ini rak sortasi dapat berfungsi dengan baik.

#### Keberhasilan Proses Sortasi

Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa keseragaman hasil sortasi bervariasi

untuk setiap gradenya. Keseragaman hasil sortasi adalah seragamnya ukuran buah yang tersortasi pada setiap grade. Pada grade A buah yang tersortasi 100 % seragam, ini berarti bahwa tidak ada buah duku yang bukan grade A masuk ke grade A. Semua buah yang tersortasi dan keluar dari saluran pengeluaran untuk grade A adalah grade A. Sedangkan Untuk grade B rata-rata keseragaman hasil sortasinya adalah 50,1 % dan tercampur dengan grade lain sebesar 49 %. Sedangkan untuk grade C



Gambar 6. Mesin Sortasi Buah Duku

Tabel 2. Presentase Keberhasilan Proses Sortasi

Ulangan	Tersortasi	Tersangkut di Rak		
		A	B	C
1	63 %	9,17 %	27,83 %	0 %
2	62,17 %	7,67 %	30,16 %	0 %
3	59,67 %	11,17 %	29,16 %	0 %
4	52,67 %	10,17 %	37,16 %	0 %
5	59,67 %	11,67 %	28,66 %	0 %
Rata-rata	59,46 %	9,97 %	30,57 %	0 %

keseragaman hasil sortasinya adalah 80,1 % dan tercampur buah duku dari grade lain sebesar 19,0 %.

Ketidakteragaman ukuran hasil sortasi ini disebabkan oleh bentuk buah duku yang berbeda-beda. Pada buah duku terdapat dua buah diameter yang memiliki ukuran yang berbeda karena buah duku mempunyai bentuk yang tidak bulat, bisa lonjong, oval, agak bulat, sesuai dengan jenisnya. Menurut Lutony (2001), diameter buah duku berkisar antara 1,5 cm sampai dengan 5 cm tergantung dari varietas, sedangkan pada penelitian ini menggunakan duku komering yang memiliki ukuran diameter melintang berkisar 1,5 cm sampai 3,5 cm, diameter membujur 2 cm sampai 4,5 cm.

Selain itu, faktor kelunakan buah juga mempengaruhi tingkat keseragaman sortasi. Secara umum, buah memiliki sifat fisik semakin matang maka semakin lunak, hal ini sejalan dengan pendapat Satuhi (1997) bahwa buah yang matang biasanya berwarna kekuningan dan teksturnya lunak. Begitu pula dengan buah duku. Buah yang lebih matang lebih lunak dari pada buah yang masih muda (mentah), sehingga pada saat pelaksanaan proses sortasi, buah yang memiliki diameter yang sama dengan jarak antar besi pipa akan lolos ke grade di bawahnya karena faktor kelunakannya

dan tekanan dari gaya berat buah duku tersebut.

Keberhasilan sortasi diartikan sebagai parameter yang menunjukkan banyak atau tidaknya persentase buah yang tersortasi dari keseluruhan buah yang disortasi. Dari Tabel 2. dapat diketahui bahwa hasil pengujian mesin sortasi buah duku menunjukkan tingkat keberhasilan 59,5 %.

Tingkat keberhasilan sortasi yang hanya 59,5 % ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah faktor rak sortasi, yaitu adanya pengait rak sortasi yang dapat menahan buah duku yang menggelinding ke bawah. Adanya buah duku yang besarnya diameter sama dengan besarnya jarak antar besi pipa sehingga buah duku yang seharusnya jatuh justru terselip di antara besi pipa tersebut. Hal ini terjadi terutama pada rak sortasi kedua atau grade B. Banyaknya buah duku yang berukuran hampir sama dengan grade B yaitu 2,7 cm tersebut yang menimbulkan banyak buah duku yang terselip antar pipa. Jika buah duku yang terlebih dahulu meluncur tersangkut pada rak sortasi, maka buah duku yang lainnya yang menggelinding setelah buah duku tersebut tertahan di belakang buah duku yang tersangkut tersebut.

Tabel 3. Pengujian Kapasitas Alat

Ulangan	Buah Duku (kg)	Waktu Sortasi (detik)	Kapasitas Kerja (kg/jam)
1	20	181	398 Kg/jam
2	9,30	50,4	664 Kg/jam
3	9,27	68,4	488 Kg/jam
4	8,97	64,8	498 Kg/jam
5	20	156	452 Kg/jam
Rata-rata			500 Kg/jam

### Kerusakan Buah Duku

Secara alami buah-buahan yang dipetik masih mengalami proses metabolisme, yang merupakan salah satu sebab terjadinya proses pembusukan pada buah selain faktor-faktor dari luar buah itu sendiri. Dari pengamatan yang telah dilakukan terhadap buah duku yang telah disortasi dan dibandingkan dengan buah duku yang tidak disortasi sebagai kontrol diamati selama 5 hari, tidak terjadi perbedaan yang signifikan pada proses kerusakan buah (Lampiran 1). Buah duku yang telah disortasi memiliki tingkat kerusakan yang sama dengan buah duku yang tidak di sortasi yaitu buah duku mulai membusuk secara bersama pada sampel duku yang telah di sortasi dan buah duku sebagai kontrol. Tidak adanya perbedaan tingkat kerusakan ini adalah karena buah duku adalah buah yang mudah rusak karena kulit buah dapat berubah menjadi coklat dalam waktu 4-5 hari (Saptono, 1999).

### Kapasitas Kerja Mesin

Pengujian kapasitas alat dilakukan dengan 5 kali pengulangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata kapasitas kerja alat yang diperoleh adalah sebesar 500 kg/jam. Kapasitas kerja alat

ini cukup memadai bila dibandingkan dengan penyortiran yang dilakukan secara manual.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Mesin sortasi buah duku yang telah dirancang dapat menyortir buah duku menjadi 3 grade berdasarkan prinsip bidang miring dan pemanfaatan getaran mekanik. Rata-rata tingkat keseragaman hasil sortasi bervariasi yaitu: untuk grade A sebesar 100 %, grade B sebesar 50,1 % dan grade C sebesar 80,1 %. Rata-rata tingkat keberhasilan proses sortasi adalah sebesar 59,5 % dengan kapasitas kerja mesin sebesar 500 kg/jam.

### Saran

Pada proses sortasi masih ada buah duku yang tersangkut di rak yang ditunjukkan dengan tingkat keberhasilan proses sortasi yang hanya 59,5 %, sehingga diharapkan penelitian ini dapat diteruskan dengan menganalisis lebih dalam terhadap setiap komponen mesin ini diantaranya adalah desain hopper dan desain rak sortasi sehingga dihasilkan mesin sortasi buah duku dengan kinerja optimal.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pemerintah Indonesia yang telah memberikan dana penelitian *Research Grant* tahun 2005 melalui "Kegiatan Pengembangan Pendidikan dan Keahlian" (*Professional Skills Development Sector Project – TPSDP*) Batch III, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional kepada Program Studi Teknik Pertanian-Universitas Lampung.

Klimaterik. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Yuwono, S.S. 2006. Rancang Bangun Mesin Sortasi Buah Duku. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.

### DAFTAR PUSTAKA

- Handayani, R.S. 2004. Respon Pertumbuhan Bibit Duku (*Lansium Domesticum Corr*) dengan Penyemprotan Giberilin, Sitokinin dan Tria. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Linda. 2006. Pengaruh Sudut Kemiringan Rak Sortasi Terhadap Kinerja Mesin Sortasi Duku. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Lutony, T. L. 2001. Duku Potensi dan Peluangnya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Prayogi, A. 2004. Penentuan Kerusakan Mekanis Buah Nenas Akibat Impak Pada Berbagai Tingkat Kematangan Menggunakan Metode Pengolahan Citra. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Promono, J. 2004. Desain Sistem Pengumpanan Piring Berputar pada Mesin Sortasi Mangga Berbasis Pengolahan Citra. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Saptono. 1999. Buah Duku. Januari 2006. <http://www.sasamba.or.id/agribisnis/buah/duku.rtf>.
- Satuhu, S. 1997. Penanganan dan pengolahan buah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sugiyono. 2005. Otomatisasi Sistem Pematangan Buah pada Buah-buahan