PENGUJIAN MESIN GRADING BUAH MANGGIS TIPE PIRINGAN

TESTING OF GRADING MACHINE DISC TYPE OF MANGOSTEEN FRUIT

Trismiyati, Sina Jamilah, Hendri Siswanto, Nur Islami Dewi, Robby Debriand Rumbara, Muhammad Yudha Prawira

Balai Besar Logam dan Mesin

Kementerian Perindustrian

Jalan Sangkuriang Nomor 12 Bandung

email : trismiyati@kemenperin.go.id, sina-jamilah@kemenperin.go.id, banghendribanget@gmail.com, ab_mapo@yahoo.com, robby-debriand@kemenperin.go.id, myprawira92@gmail.com

Abstrak

Buah manggis merupakan salah satu jenis buah tropis. Hasil panen buah manggis dipisahkan antara yang baik dan tidak, serta di-grading berdasarkan ukuran. Grading dilakukan petani atau pedagang secara manual dengan SOP yang ada. Waktu, energi, dan biaya yang besar diperlukan untuk teknik ini. Karena itu perlu dilakukan mekanisasi proses grading. Telah dilakukan kajian penelitian-penelitian mekanisasi grading buah manggis dengan berbagai tipe termasuk piringan. Selain itu juga dilakukan survey lapangan ke dinas terkait. Dari hasil kajian, survey, maka dilakukan penelitian rancang bangun dan pengujian mesin grading tipe piringan dengan grade buah manggis adalah A dengan diameter (D) > 64 mm, AA dengan $53 \text{ mm} < D \leq 64 \text{ mm}$, dan AAA dengan $D \leq 53 \text{ mm}$. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan putar piringan. Hasil yang terbaik adalah pada putaran piringan 68,4 rpm. Dengan putaran piringan tersebut, diperoleh kapasitas mesin rata-rata senilai 641,015 kg/jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mesin grading buah manggis sudah dapat berfungsi memisahkan buah manggis sesuai dengan grade-nya. Rasio kontaminasi rata-rata grading sebesar 31,6 % dengan standar deviasi 12,46 %. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut sehingga bisa digunakan oleh petani, pedagang, dan industri mesin serta industri kecil dan menengah pengolah buah manggis di Indonesia.

Kata kunci : Manggis, grading, diameter, kapasitas mesin, rasio kontaminasi

Abstract

Mangosteen fruit is one type of tropical fruit. Harvested mangosteen fruits are separated between good and no good, and graded by size. Grading done farmers or traders manually based on existed SOPs. Great number of time, energy, and cost are required for this technique. Therefore it is necessary to mechanize the grading process. A study of mechanized grading of mangosteen fruit with various types including piringan has been done. In addition, field surveys were also conducted to relevant offices. From the result of study and survey, construction of disc-type grading machine of mangosteen fruit grades are A with diameter (D) > 64 mm, AA with $53 \text{ mm} < D \leq 64 \text{ mm}$, and AAA with $D \leq 53 \text{ mm}$ is done. Testing is done by varying the disc rotation speed. The best disc rotation speed is at 68.4 rpm. By applying the best rotation speed, we obtain the average machine capacity of 641.015 kg/hour. The test results show that the mangosteen grading machine prototype is able to function separating the mangosteen fruit according to its grade. There is an average of grading contamination ratio of 31.6% with standard deviation of 12.46%. The results of this study can be used for further research that can be used by farmers, traders, and industrial machinery and mangosteen processing of small and medium industry in Indonesia.

Keywords : Mangosteen, grading, diameter, engine capacity, contamination ratio

PENDAHULUAN

Dalam periode 2010-2014 manggis merupakan komoditi ekspor hortikultura terbesar setelah mangga (Kementan RI 2014). Rata-rata pertumbuhan produksinya adalah sebesar 13,82 %.

Buah manggis merupakan salah satu jenis buah tropis. Hasil panen buah manggis dipisahkan antara yang baik dan tidak, serta di-*grading* berdasarkan ukuran. *Grading* dilakukan petani atau pedagang secara manual dengan SOP yang ada. Waktu, energi, dan biaya yang besar diperlukan untuk teknik ini. Karena itu perlu dilakukan mekanisasi proses *grading*.

Kode ukuran ditentukan berdasarkan bobot atau diameter maksimum buah yang diukur secara melintang, sesuai dengan Tabel I dan II (Badan Standardisasi Nasional 2009).

Tabel 1. Kode Ukuran berdasarkan Bobot (Badan Standardisasi Nasional 2009)

Kode ukuran	Bobot (gram)
1	> 125
2	101 – 125
3	76 – 100
4	51 – 75
5	30 – 50

Tabel 2. Kode Ukuran berdasarkan Diameter (Badan Standardisasi Nasional 2009)

Kode ukuran	Diameter (mm)
1	> 62
2	59 - 62
3	53 – 58
4	46 - 52
5	38 - 45

Keseragaman merupakan salah satu kebutuhan konsumen dan perdagangan termasuk keseragaman ukuran (Fager 1918). Berikut ini hasil penelitian Fager (1918). Efisiensi mesin *grading* tertinggi untuk buah terbesar, efisiensi menurun dengan menurunnya ukuran buah. Semakin cepat belt *grading* semakin besar tingkat kesalahan *grading*. Prosentase error rata-rata meningkat dengan meningkatnya kecepatan belt mesin *grading*. Prosentase error rata-rata *grading* ukuran mesin *grading* Trescott bervariasi dari 13,07% sampai 35,21% tergantung pada ukuran buah, kecepatan belt *grading* dan kecepatan buah masuk ke belt

grading. Ketepatan ukuran dalam mesin *grading* menunjukkan bahwa *grading* ukuran berat lebih efisien.

Para peneliti telah melakukan penelitian desain dan pengujian mesin *grading* buah manggis berdasar ukuran (Jarimopas, Inprasit, and Toomsaengtong 2007). Penelitian ini mengembangkan mesin pengukur buah manggis dengan piringan berputar untuk pengusaha kecil dan menengah(Gambar 1).

Gambar 1. Diagram Skematik Mesin Sizing Manggis

1: Frame, 2: Receiving tray, 3: Rotating disk, 4: Sizing board, 5: Feeding tray

Gambar 2. Diagram Skematik Mesin Sizing Manggis

Gambar 1. mesin terdiri dari piringan berputar, papan ukuran, baki umpan, baki penerima, dan daya penggerak, semuanya menempel pada rangka baja, di atas empat roda kecil. Gambar 2. gambaran keliling piringan sebagai garis (Jarimopas, Inprasit, and Toomsaengtong 2007). Hasil pengujian prototipe laboratorium menunjukkan bahwa ada dua faktor kendali yang mempengaruhi rasio kontaminasi ($\bar{C}_R$), efisiensi ukuran (E_w) dan kapasitas (Q), dengan 5 % diterima. Dua faktor tersebut adalah kecepatan putar piringan dan tipe ukuran celah. Kecepatan putar yang paling efisien adalah 21 rpm dengan *step-type aperture*, $\bar{C}_R$ rata-rata 14,7 %, $E_w = 84$ %, $Q = 1.076,6$ kg/jam.

Mesin grading dengan mekanisme rotasi juga telah dikembangkan untuk buah jeruk (Tabatabaekoloor and Hashemi 2008).

Berdasarkan SOP budidaya buah manggis kabupaten Bandung Barat, setelah buah dipanen maka dilakukan kegiatan sebagai berikut (-, 2013):

1. Manggis dikumpulkan di wadah yang bersih dan disimpan di gudang
2. Sortasi buah yang baik dan yang tidak baik
3. *Grading* berdasarkan ukuran (*grade*), Grade A: 6-8 buah per kg, Grade AA: 10-13 buah per kg, grade AAA: 14-15 buah per kg
4. Pencucian buah manggis dengan air untuk membersihkan buah dari kotoran dan dilap dengan hati-hati agar sepal tetap utuh
5. Pelabelan
Pelabelan pada kemasan sebagai identitas produk (berat bersih, *grade* buah, tanggal pengemasan)
Stiker kecil ditempelkan pada buah sebagai identitas kelas, nama produsen serta asal buah
6. Pengemasan
7. Penyimpanan

Perusahaan peralatan grading buah di China sebagian besar mengembangkan mesin grading bidang mekanik termasuk grading ukuran (Gao, Cai, and Liu 2010).

Para peneliti telah menganalisis model matematik gerak dan massa buah pada *sizing machine* yang ditunjukkan pada Gambar 3 (Markovic et al. 2014). Pengaruh geometrik dan parameter konstruksi pada mesin dapat diketahui secara transparan, antara lain seperti: rasio batas (k_e), rasio pengumpan (k_f), dan rasio distribusi (k_d) (Markovic et al. 2014). Proses *sizing* buah dengan mesin memungkinkan buah rusak atau memar karena terpukul atau terbentur, sedangkan pada buah beku memungkinkan buah menjadi retak. Dalam usaha meminimalisasi permasalahan pada kedua kasus tersebut, diperlukan optimasi kecepatan piringan dan kapasitas ukuran mesin sehingga proses *sizing* seefisien mungkin dengan kerusakan buah sekecil mungkin. Nilai optimasi diperoleh dengan nilai $k_e = 0,7$, $k_f = 1$, $k_d = 0,5$. Nilai ini sesuai dengan yang dilaporkan sampai saat ini untuk tingkat kuantitas massa buah pada ukuran mesin. Ditemukan bahwa kecepatan massa buah bervariasi, hal ini tergantung pada diameter dan massa buah. Jumlah kuantitas massa berkisar

dari 8.949 tanaman/jm apel sampai 40.157 tanaman/jm untuk raspberry beku. Kecepatan massa bervariasi dari 229,1 kg/jam untuk cherry sampai 2.054,7 kg/jam untuk apel (Markovic et al. 2014).

Gambar 3. Diagram skematik sizing machine buah (Markovic et al. 2014)

Buah ini berbentuk *globe*, dengan diameter 4-7 cm dan memiliki kelopak dengan ketebalan 4-6 mm dan berwarna ungu ketika matang (Paull and Ketsa 2014). Manggis memiliki kulit rasa pahit, latek kekuningan, dan pewarna ungu, isinya putih dengan 4-8 segmen dengan 2 segmen lebih besar dibandingkan yang lainnya yang mengandung biji yang dapat tumbuh (Paull and Ketsa 2014).

METODOLOGI

Gambar 4 menunjukkan diagram alir penelitian. Survey lapangan meliputi survey ketersediaan dan harga buah manggis, peralatan grading/grading yang ada, serta kunjungan ke instansi terkait.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Logam pejal
- Logam *hollow*
- Plat
- Baut
- Elektroda las
- Saklar
- Kabel
- Kayu
- Dempul
- Cat
- Motor listrik

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Tachometer
- Penggaris
- Timbangan digital
- Busur derajat

- Pemotong plat
- Tap
- Mesin las
- Mesin pemotong kayu
- Mesin bubut
- Komputer dilengkapi interface

Gambar 4. Diagram alir penelitian

Setelah pembuatan mesin grading selesai, selanjutnya dilakukan pengujian unjuk kerjanya. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan putar piringan. Buah manggis yang di-*grading* diumpukan ke mesin grading dikondisikan buah dapat jatuh ke piringan satu

persatu.

Hasil pengujian dianalisis dengan persamaan (Jarimopas, Inprasit, and Toomsaengtong 2007):

$$\overline{C_R} = \frac{\sum N_{ij}}{\sum N_i} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan

$\overline{C_R}$: Rasio kontaminasi

N_{ij} : jumlah manggis *grade* i yang masuk ke

tray penerima j

$\sum N_i$: jumlah total manggis

$$Q = \frac{W_t}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan

Q : Kapasitas *grading*

W_t : jumlah masa total manggis yang di-*grading*

t : waktu *grading*

Penelitian dilakukan di BBLM pada tahun 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari studi lapangan ke Dinas Tanaman Pangan Propinsi Jawa Barat diperoleh informasi hal-hal berikut. Buah manggis Indonesia dapat masuk ke negara lain seperti Australia, China dengan syarat bahwa buah dihasilkan dari kebun yang telah teregistrasi. Registrasi dilakukan oleh Dinas Tanaman Pangan. Selain itu, negara pengimpor manggis Indonesia mensyaratkan mutu dengan aturan yang berbeda satu dengan negara lain. China mensyaratkan tidak ada semut di buah manggis. Negara lainnya mensyaratkan usia panen tertentu. Di Amerika Serikat maupun internasional tidak ada standar *grading* manggis. Buah di-*grading* berdasarkan warna dan ukuran.

Buah manggis yang berkualitas baik memiliki ciri-ciri sepal lengkap, warna kulit sesuai indeks kematangan tahap 3 dan 4 untuk tujuan ekspor. Berdasarkan informasi dari Seksi Perkebunan di Sukabumi, *grading* secara manual dapat mencapai kecepatan 500 kg/hari/org. *Grading* dan *grading* dilakukan 6-9 orang per hari. Dengan asumsi jam kerja selama 7 jam, maka kecepatan *grading* manual sekitar 71,4 kg/jam.

Perancangan mesin *grading* dibuat untuk dapat men-*grading* buah manggis berdasarkan

diameter. Mesin *grading* menggunakan piringan berputar yang terbuat dari kayu mahoni (Gambar 5).

Gambar 5. Mesin grading manggis tipe piringan

Berdasarkan SOP pasca panen buah manggis 2013, maka dapat dilakukan *grading* berdasarkan ukuran diameter seperti ditunjukkan di Tabel III.

Tabel 3. Aturan Grading Buah Manggis

Grade	A		AA		AAA	
min	6	6,92	10	100	14	2,96
max	8	125	13	3,17	15	2,75
satuan	buah	gram	buah	gram	buah	gram
Aturan	> 125		75 < x ≤ 125		≤ 71.5	
	gram		gram		gram	
Diameter (mm)	> 64		53 < x ≤ 64		≤ 53	

Celah pada mesin *grading* buah manggis ditunjukkan dalam Gambar 6 sampai Gambar 8.

Gambar 6. Celah Grade A

Gambar 7. Celah Grade AA

Gambar 8. Celah Grade AAA

Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan *rotating piringan*. Tabel IV menunjukkan kecepatan *rotating piringan* yang diukur dengan menggunakan *tachometer*.

Tabel 4. Kecepatan Rotasi Piringan Mesin Grading Buah Manggis

Kecepatan	Rpm
I	12,2
II	30,3
III	44,7
IV	51,9
V	61,8
VI	68,4

Pengujian mesin dengan kecepatan I sampai dengan VI menghasilkan data Tabel V sampai dengan Tabel X

Tabel 5. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan I

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	3	4	3
AA	1	18	21
AAA	0	0	0

Tabel 6. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan II

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	3	7	0
AA	0	24	16
AAA	0	0	0

Tabel 7. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan III

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	2	8	0
AA	0	29	11
AAA	0	0	0

Tabel 8. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan IV

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	5	2	3
AA	1	27	12
AAA	0	0	0

Tabel 9. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan V

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	9	1	0
AA	11	22	7
AAA	0	0	0

Tabel 10. Tabel hasil pengujian mesin grading buah manggis kecepatan VI

Ukuran Mesin \ Hasil Grading	A	AA	AAA
A	9	1	0
AA	11	22	7
AAA	0	0	0

Dari data Tabel V sampai IX maka diperoleh rasio kontaminasi ($\overline{C_R}$) dengan persamaan (1) seperti yang ditunjukkan di Tabel XI.

Tabel XI. Rasio Kontaminasi

Tabel 11. Rasio Kontaminasi

Kecepatan	rasio kontaminasi ($\overline{C_R}$)
I	58 %
II	46 %
III	38 %
IV	36 %
V	38 %
VI	32%

Dari enam variasi kecepatan rotasi piringan, kecepatan keenam menghasilkan rasio kontaminasi terkecil. Berdasarkan hasil ini maka dilakukan 4 kali pengulangan pengujian mesin *grading*. Tabel XII menunjukkan hasil ratio kontaminasi dengan perhitungan menggunakan persamaan (1). Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan persamaan (2) diperoleh kapasitas mesin (Q) rata-rata senilai 641,015 kg/jam.

Tabel 12. Rasio Kontaminasi pada Kecepatan Rotasi VI

Pengujian ke-	rasio kontaminasi ($\overline{C_R}$)
1	32%
2	46,8 %
3	16,3 %
4	31,2 %
Rata-rata	31,6 %
Standar Deviasi	12,46 %

Setiap pengujian diamati hal-hal berikut. Pertama, kondisi gerak rotasi piringan. Kedua, jatuhnya buah manggis di piringan celah *grading*. Terakhir, perubahan tinggi celah

grading. Dari pengamatan menunjukkan adanya ketidaksabihan posisi piringan, manggis jatuh ke disk tidak terus menerus satu persatu, dan celah grading berubah tingginya. Perubahan tinggi celah *grading* disebabkan gerakan buah manggis yang saling mendorong satu dengan yang lain dan pengunci celah yang kurang baik.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan mesin grading buah manggis yang memenuhi standar. Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan oleh petani, pengeksportir buah manggis dan industri mesin grading buah maupun industri kecil dan menengah pengolah buah manggis di Indonesia.

KESIMPULAN

Penelitian *grading* buah manggis ini telah menghasilkan prototipe mesin *grading* buah manggis berdasarkan diameter buah manggis. *Grade* buah manggis adalah A dengan diameter (D) > 64 mm, AA dengan 53 mm < D ≤ 64 mm, dan AAA dengan D ≤ 53 mm. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan putar piringan. Hasil yang terbaik adalah pada putaran piringan 68,4 rpm. Dengan putaran piringan tersebut, diperoleh kapasitas mesin rata-rata senilai 641,015 kg/jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mesin *grading* buah manggis sudah dapat berfungsi memisahkan buah manggis sesuai dengan *grade*-nya. rasio kontaminasi rata-rata sebesar 31,6 % dengan standar deviasi 12,46 %. Besarnya penyebaran nilai rasio kontaminasi dipengaruhi oleh faktor konstruksi dudukan motor, sistem pengumpan, dan celah *grading*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Eddy Siswanto, MAM sebagai Kepala Balai Besar Logam dan Mesin atas terselenggaranya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2009. "Sni 3211-2009: Manggis."
- Fager, George. 1918. "Studies on Mechanical Fruit Grading Machines." University of Illinois.
- Gao, Haisheng, Jinxing Cai, and Xiufeng Liu. 2010. "Automatic Grading of the Post-Harvest Fruit: A Review." *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 317: 141–46.

- doi:10.1007/978-3-642-12220-0_22.
- Jarimopas, Bundit, Chouw Inprasit, and Siam Toomsaengtong. 2007. "Design and Testing of a Mangosteen Fruit Sizing Machines." *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 38 (4): 42–46. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.01.083.
- Kementan RI. 2014. "Renstra Kementerian Pertanian Pertanian Tahun 2015 - 2019," 1–339. doi:351.077 Ind r.
- Markovic, D.D., N.S. Mladenovic, V.D. Simonovic, and I.M. Markovic. 2014. "Modeling the Motion and Mass Quantity of Fruit by Rotating Sizing Machines." *FME Transactions* 42 (1). doi:10.5937/fmet1401034M.
- Paull, Robert E, and Saichol Ketsa. 2014. "Mangosteen: Postharvest Quality-Maintenance Guidelines," no. September: 30–32.
- Tabatabaekoloor, Reza, and Jafar Hashemi. 2008. "Development and Evaluation of a Citrus Sorting Machine with Rotary Semi-Conical Disc." *Jurnal of Agricultural Machinery Science* 4 (4): 371–74.