UJI KINERJA DAN PENGUJIAN LAPANGAN MESIN *GRADING* TOMAT (*Lycopersicum esculentum*) TEP-5

DETERMINE IT'S PERFORMANCE AND QUALITY OF TOMATO GRADING RESULTS (*Lycopersicum esculentum*) TEP-5

Wahyu K Sugandi[1)], Sudaryanto[2)] Totok Herwanto[1)]

[1,2)]Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran

*komunikasi penulis, email : sugandiwahyu@gmail.com

Naskah ini diterima pada 12 September 2016; revisi pada 18 Oktober 2015; disetujui untuk dipublikasikan pada 20 Oktober 2015

ABSTRACT

Laboratory of Agricultural Equipment and Machinery, Department of Industrial Engineering and Management Agricultural has designed a tomato grading machine TEP-5 to accelerate post-harvest handling of tomatoes. The Machine design need to be evaluated to determine it's performance and quality of tomato grading results. The research method is descriptive analysis. Based on test results, tomato grading machine TEP-5 had an actual capacity of 4246 Tomato with the engine efficiency of 60,48% and. Engine noise no with and without load was 68,3dB and 69,8 dB respectively. Engine vibration generated during no-load test was 2.09 m/s^2 and 2.02 m/s^2 with load test. Engine power with and without load respectively 265,8 and 254,8 watt. Tomato quality results from machine was grading significantly diferrent as compared with the one graded manually. The level of tomato demage result from grading machine storage at room temperature and cool temperature (<10^o) respectively 6.42% and 5.61%. These values were lower as compared to the manual grading. The bruised area of tomato gradeded mechanicaly was 30,19% than that of tomato graded manually. Tomato color was the range of yellow and no difference was observed between manual and mechanical grading.

Keyword: grading machine, test performance, self life.

ABSTRAK

Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Departemen Teknik dan Manajemen Industri Pertanian merancang bangun sebuah mesin *grading* tomat TEP-5 untuk mempercepat penanganan pascapanen tomat. Hasil rancang bangun mesin tersebut perlu diuji untuk mengetahui kinerja mesin dan mutu tomat hasil *grading*. Metode penelitian yang dilakukan adalah analisis deskriptif. Berdasarkan hasil pengujian, mesin *grading* tomat TEP-5 memiliki kapasitas aktual mesin 4246 butir/jam dengan efisiensi mesin 60,48% .Kebisingan mesin dengan dan tanpa beban berturut – turut adalah 68,3dB dan 69,8 dB. Getaran mesin yang ditimbulkan saat tanpa beban sebesar 2,09 m/s^2 dan dengan beban sebesar 2,02 m/s^2. Daya mesin dengan dan tanpa beban berturut-turut adalah 265,5 dan 254,8 watt. Mutu tomat hasil *grading* menggunakan mesin menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan mutu tomat hasil grading manual. Tingkat kekerasan tomat hasil *grading* mesin pada penyimpanan suhu ruang dan suhu <10^o berturut-turut 6,42 dan 5,61% lebih rendah dibandingkan hasil *grading* manual. Luasan memar tomat hasil grading mekanik 30,19% lebih luas dibandingkan dengan tomat hasil *grading* manual. Pengujian warna tomat hasil *grading* mesin selama penyimpanan tidak berbeda signifikan dengan tomat hasil *grading* manual masih berada pada kisaran warna *yellow red*.

Kata kunci: mesin *grading* tomat, uji kinerja, uji mutu tomat

1. PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu produk holtikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Hal ini terlihat dari laju pertumbuhan produksi tomat yang terus mengalami peningkatan. Menurut Badan Pusat Statistik (2015), dari tahun 2010 hingga tahun 2014 menunjukkan peningkatan produksi walaupun sempat terjadi penurunan produksi pada tahun 2012 dan 2014. Total produksi tomat yang dihasilkan pada 2014 mencapai 895.167 ton.

Buah tomat dengan kadar air sebesar 94% termasuk ke dalam bahan hasil pertanian yang mudah rusak (*perishabel*) (Cahyono, 2008).

Buah tomat juga termasuk ke dalam jenis buah buni dengan lapisan luar yang tipis serta licin, berdinding tebal dengan daging lunak, dan berair (Pantastico, 1975). Kondisi ini membuat tomat mudah memar, tergores dan pecah ketika mengalami benturan atau kontak secara langsung dengan benda keras. Penanganan pascapanen tomat perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil terbaik dari hasil produk yaitu melalui sortasi dan *grading*.

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang industri pertanian dan tuntutan pasar yang semakin meningkat, serta sifat produk pertanian yang mudah rusak (*perisable)* membuat para pelaku industri pertanian berinovasi menciptakan alat dan mesin yang dapat mempermudah serta mempercepat proses pengelolaan pascapanen produk pertanian. efisiensi mesin, getaran dan kebisinga yang ditimbulkan oleh mesin pada saat digunakan, daya yang diperlukan untuk mengoprasikan mesin, serta mutu tomat hasil *grading* menggunakan mesin *grading* tomat TEP-5.

Salah satunya adalah pembuatan mesin *grading* tomat TEP-5 yang telah dikembangkan oleh Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Departemen Teknik dan Manajemen Industri Pertanian. Mesin *grading* tomat TEP-5 dirancang untuk mempercepat proses identifikasi tomat sesuai dengan kelas mutu tomat berdasarkan analisis visual. Komponen pada mesin ini terdiri dari *bucket elevator*, *metering device*, unit pengering, *chain conveyor*, dan pintu pembagi.

Dalam mekanisme kerja mesin tomat akan mengalami beberapa perlakuan hingga pada akhir proses tomat akan diklasifikasikan menurut kelas mutu berdasarkan penampakan fisik hasil dari pengolahan citra. Penampakan fisik yang dijadikan acuan dalam proses identifikasi adalah warna dan berat. Proses identifikasi diawali dengan pengumpanan lalu di angkat oleh batang pengangkut yang akan dialirkan menuju saluran silinder *metering device*. Silinder *metering device* akan mengatur jarak jatuhan tomat pada *chain conveyor*. Tomat yang berada pada *chain conveyor* akan bergerak menuju unit pengering dan kotak pencitra. Di dalam kotak pencitra tomat akan diidentifikasi Hasil identifikasi akan menggerakan pintu pembagi sehingga tomat akan masuk ke pintu pembagi sesuai dengan kelas mutu tomat.
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja mesin yang meliputi kapasitas aktual dan

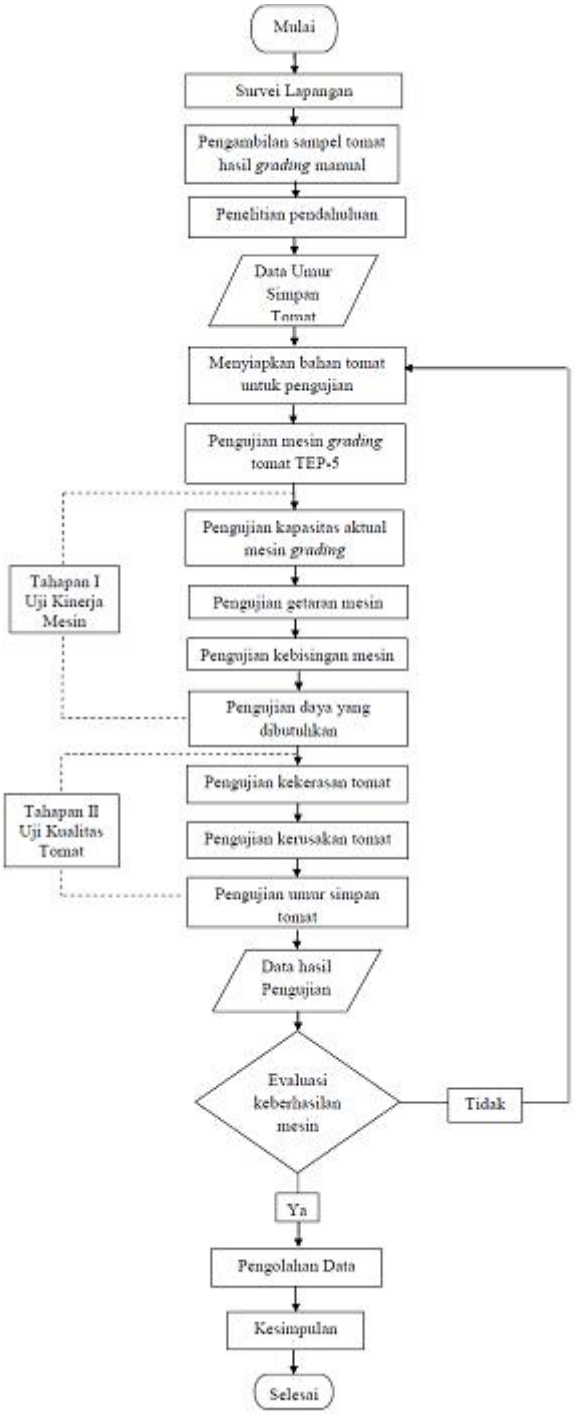
2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai dengan bulan Juli 2015 di CV.BIMANDIRI Lembang, Jawa Barat, Balai Penelitian Tanaman dan Sayuran, Departemen Pertanian, Lembang, Jawa Barat, Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, dan Laboratorium Pascapanen, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Tahapan penelitian tersaji dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif dengan teknik pengambilan sampel s*imple random sampling*. Pengolahan data yang dilakukan menggunakan *software* SPSS 18 dengan analisis statistik menggunakan *one sample t test*. Bahan yang digunakan adalah buah tomat varietas *Marta* hasil *grading* manual dan *grading* mesin. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah *stopwatch*, *tachometer*, *soundleve*l *meter*, *vibration* meter, *clamp on mete*r, *fruit hardness tester*, dan *chroma meter*.

Mekanisme kerja mesin *grading* tomat TEP-5 dapat dilihat pada 2. dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tomat akan masuk bak penampung melalui *hopper.*
2. Tomat pada bak penampung akan ditampung sementara sebelum terangkut oleh *bucket elevator*.
3. Pada bak penampung tomat akan diangkut oleh *bucket elevator* menuju saluran silinder *metering device.*
4. Tomat pada silinder *metering device* akan mengatur tomat yang akan jatuh pada *chain conveyor.*
5. *Chain conveyor* akan menyalurkan tomat menuju unit pengering, kotak pencitra, dan saluran pintu pembagi.
6. Tomat akan masuk unit pengering untuk menghilangkan air pada permukaan tomat.
7. Tomat akan diambil penampakan fisiknya pada kotak pencitra untuk diolah melalui *image processing*.
8. Tomat yang telah melalui *image processing*



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

akan masuk saluran pintu pembagi.

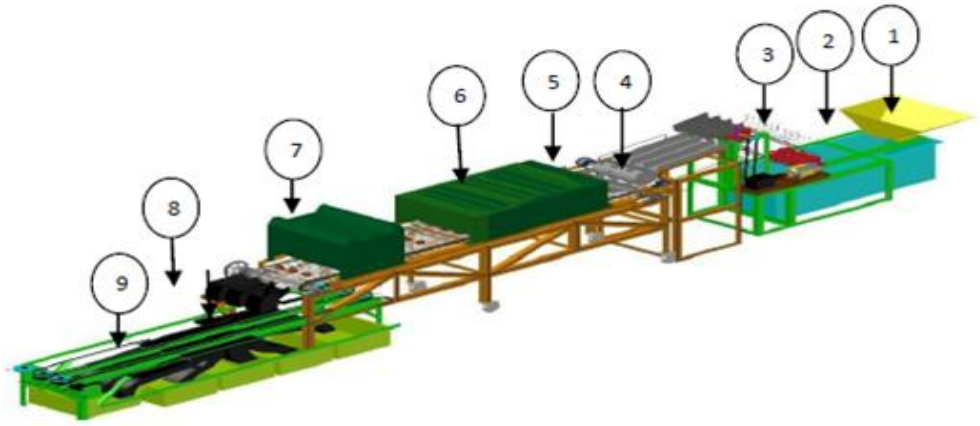
9. Tomat akan masuk pintu pembagi sesuai dengan kelas mutu dari hasil *image processing*.

Kapasitas teoritis merupakan parameter yang menyatakan kemampuan mesin berdasarkan hasil perhitungan teoritis dalam kondisi pengoprasian mesin tanpa henti selama periode waktu tertentu. Kapasitas teoritis (Kt) mesin menggunakan Persamaan 1,

Kapasitas Teoritis = (Vk*n)/Lk..... (1)

Dimana :

Vk adalah Kecepatan linear konveyor (m/s)
Lk adalah Jarak antar tomat di dalam *chain conveyor* (m)
n adalah Jumlah jalur tomat pada *chain conveyor* (butir)



Gambar 2. Mekanisme Kerja Mesin *Grading* Tomat TEP-5

Kapasitas aktual (Ka) merupakan parameter yang menyatakan kemampuan mesin dalam melakukan *grading* sesuai dengan kondisi sebenarnya dilapangan selama periode waktu tertentu. Alat yang digunakan pada pengukuran kapasitas aktual adalah stopwatch. Pengukuran waktu dilakukan pada saat mulai memasukan tomat ke dalam bak penampung dengan kondisi mesin sudah menyala. Kapasitas aktual dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2,

$$Ka = . \frac{JB}{t} \quad \text{..... (2)}$$

dimana :
Ka adalah Kapasitas Aktual
JB adalah Adalah jumlah buah tomat yang mampu di *grading* (butir)
t adalah Lama pemrosesan (jam)

Efisiensi (Ef) merupakan ukuran keberhasilan mesin *grading* tomat yang dinilai berdasarkan hasil perbandingan antara kapasitas aktual dengan kapasitas teoritis. Perhitungan efisiensi mesin *grading* tomat dilakukan menggunakan Persamaan 3, sebagai berikut:

$$Ef = \frac{\text{Kapasitas Aktual}}{\text{Kapasitas Teoritis}} x100\% \quad \text{.....(3)}$$

Getaran merupakan efek yang ditimbulkan akibat adanya pergerakan mekanis pada mesin. Pengujian getaran dilakukan menggunakan alat vibration meter yang dilakukan pada 3 titik pengukuran di setiap bagian rangka komponen dengan 5 kali pembacaan pada setiap titik. Pengukuran dilakukan pada 2 kondisi yaitu pada saat mesin tanpa beban dan kondisi mesin dengan beban.

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki akibat dari adanya aktifitas baik secara alami maupun buatan manusia. Pengukuran kebisingan dilakukan menggunakan alat soundlevel meter. Pengukuran kebisingan dilakukan pada 4 titik dengan pembacaan alat ukur sebanyak 5 kali pada setiap titik. Titik pengujian yang diukur merupakan tempat berdirinya operator pengendali mesin.

Pengujian dilakukan pada 2 kondisi yaitu pada saat mesin tanpa beban dan kondisi mesin dengan beban. Daya merupakan kebutuhan energi yang diperlukan untuk dapat mengoperasikan mesin per satuan waktu. Pengujian daya aktual dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya sebenarnya untuk menggerakan setiap komponen. Alat ukur yang digunakan adalah clamp on meter. Pengukuran dilakukan dengan cara menjepitkan konektor warna merah pada kabel positif motor listrik , dan menjepitkan konektor kuning dan hitam pada kabel negatif motor listrik. Pengukuran dilakukan pada saat kondisi motor listrik menyala dengan pembacaan alat ukur sebanyak 5 kali dalam 2 kondisi yaitu saat diberi beban dan tanpa beban.

Kekerasan merupakan karakteristik penting pada suatu bahan hasil pertanian untuk menentukan kualitas dan umur simpan dari produk. Adapun alat ukur yang digunakan pada pengujian tingkat kekerasan tomat adalah *fruits hardness tester*. Sampel tomat di ambil dari setiap hasil pengujian mesin yang dilakukan

sebanyak 5 kali ulangan proses grading dan produk diuji selama 5 hari penyimpanan pada suhu ruang dan 7 hari penyimpanan pada suhu <10° C. pengukuran dilakukan pada 3 bagian buah tomat yaitu atas, tengah dan bawah.

Memar merupakan salah satu indikator pengamatan dalam uji mutu tomat hasil *grading.* Pengamatan dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan terhadap kerusakan tomat saat menggunakan mesin. Pengukuran luasan memar dilakukan dengan menggunakan metode *gravimetric.* Tahap awal pengukuran dilakukan dengan cara menggunting kertas kalkir dengan ukuran (1x1) cm sebanyak 10 buah kemudian timbang sebagai berat acuan. Memberi garis batas memar pada permukaan tomat dengan menggunakan spidol warna. Mengeplotkan luasan memar pada tomat kepermukaan kertas kalkir. Menggunting kertas kalkir yang telah digambar. Menimbang guntingan kertas kalkir hasil pengeplotan. Menghitung luasan memar pada tomat dengan persamaan 4.

$$A_{mt} = \frac{m_{kalkir}}{\bar{x}_{kalkir}} \times 1\ cm^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

dimana :

A_{mt} adalah luas daerah memar pada tomat (cm^2)

m_{kalkir} adalah massa kertas kalkir hasil penggambaran daerah memar pada tomat (g)

$\bar{X}_{Kalkir}$ adalah Rata-rata berat acuan kertas kalkir (g/cm^2)

Warna merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas tomat. Tomat memiliki kandungan lycopene dan karotenoid yang memberikan pigmen warna merah pada tomat. Uji warna dilakukan untuk mengetahui laju perubahan warna yang terjadi pada tomat hasil grading menggunakan mesin grading tomat TEP-5 dan tomat hasil grading yang dilakukan secara manual. Alat yang digunakan dalam uji warna adalah *chromameter* CR-400. Pengukuran warna dilakukan dengan menembakkan chromameter pada 3 titik bagian pengukuran tomat yaitu atas, tengah dan bawah. Penembakan alat pada titik yang sama sebanyak 5 kali ulangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas teoritis menggunakan Persamaan 1 dengan kecepatan linier (Vk) 0,13 m/s serta jarak antar tomat 0,2 m maka didapat besarnya kapasitas teoritis dari mesin *grading* tomat TEP-5 adalah 7020 butir/ jam.

Jarak antar tomat sejauh 0,2 m disesuaikan dengan kemampuan dalam mengambil citra tomat pada kotak pencitra sehingga dapat teridentifikasi oleh program. Hal ini disebabkan karena jika jarak antar tomat <0,2 m maka, tomat tidak dapat teridentifikasi oleh program pencitra dan program pintu pembagi karena akan mengurangi waktu jeda dalam mengidentifikasi tomat pada program sehingga tomat tidak teridentifikasi program.

Berdasarkan hasil pengujian maka didapatkan kapasitas aktual mesin *grading* tomat TEP-5 adalah sebesar 4246 ± 199 butir/jam. Data hasil pengujian mesin yang dilakukan sebanyak 5 kali ulangan tersaji pada Tabel 1.

Kapasitas aktual yang hanya mampu mencapai 4246 butir/jam disebabkan, pada saat pengumpanan terdapat tomat yang tidak terangkut oleh batang *bucket elevator*, serta adanya tomat yang tenggelam pada bak penampung yang disebabkan adanya kerusakan biologis pada tomat yang teinveksi oleh virus sehingga tidak dapat terangkat oleh batang pengangkut. Tomat yang meluncur pada saluran memperlambat laju kecepatan tomat yang menyebabkan terjadinya antrian tomat menuju lubang silinder *metering device* sehingga memperlambat aliran tomat menuju komponen lainnya.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 5 maka didapat nilai efisiensi mesin adalah sebesar 60,48%.Nilai efisiensi mesin yang baru mencapai 60,48 % disebabkan karena terdapatnya perbedaan kecepatan linier pada *bucket elevator* serta kecepatan linier pada silinder *metering device* dengan *chain conveyor*.

Kecepatan linier pada *bucket elevator* adalah sebesar 0,19 m/s dan kecepatan linier pada silinder *metering devi*ce sebesar 0,13 m/s. Kecepatan linier yang berbeda menyebabkan terdapat selisih waktu distribusi tomat menuju *chain conveyor* sehingga jarak antar tomat

menjadi semakin jauh. Hal ini menyebabkan kapasitas aktual mesin menjadi rendah sehingga efisiensi mesin hanya mencapai 60,48%.
Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 5 maka didapat nilai efisiensi mesin adalah sebesar 60,48%.Nilai efisiensi mesin yang baru mencapai 60,48 % disebabkan karena terdapatnya perbedaan kecepatan linier pada *bucket elevator* serta kecepatan linier pada silinder *metering device* dengan *chain conveyor*.

Kecepatan linier pada *bucket elevator* adalah sebesar 0,19 m/s dan kecepatan linier pada silinder *metering devi*ce sebesar 0,13 m/s.
Kecepatan linier pada *bucket elevator* adalah sebesar 0,19 m/s dan kecepatan linier pada silinder *metering devi*ce sebesar 0,13 m/s. Kecepatan linier yang berbeda menyebabkan terdapat selisih waktu distribusi tomat menuju *chain conveyor* sehingga jarak antar tomat menjadi semakin jauh. Hal ini menyebabkan kapasitas aktual mesin menjadi rendah sehingga efisiensi mesin hanya mencapai 60,48%.

memar, tergores ataupun pecah.Hasil pengujian kerusakan tomat tersaji pada Tabel 2.

Nilai rata-rata kerusakan tomat masih dibawah lebih rendah dari 5%. Menurut acuan pada SNI No. 01-3162-1992 nilai kerusakan tomat maksimal 5% untuk mutu I ataupun mutu II. Dengan demikian mesin *grading* tomat TEP-5 telah memenuhi standar SNI untuk tingkat kerusakan tomat.
Urutan unit komponen kerusakan tomat dari yang tertinggi ke yang terkecil meliputi: komponen pintu pembagi, komponen silinder *metering device* komponen *chain conveyor*, dan komponen *bucket elevator*. (Tabel 3).
Contoh kerusakan tomat yang terjadi pada komponen pintu pembagi terrsajikan pada Gambar 3.
Kebutuhan daya aktual hasil pengujian mesin *grading* tomat TEP-5 tersaji pada Tabel 4.
Berdasarkan dari hasil pengujian daya aktual total dari hasil pengukuran adalah sebesar 254,8 W ketika mesin tanpa beban dan 265,8 W saat diberi beban. Daya aktual yang dibutuhkan

Tabel 1. Hasil Pengujian Kapasistas Aktual

Ulangan	Kapasitas Input (butir)	Kapasitas Output (butir)	Lama Proses *Grading* (jam)	Kapasitas Aktual (butir/jam)
1	360	351	0,083	4229
2	360	339	0,078	4346
3	360	349	0,085	4106
4	360	344	0,076	4526
5	360	338	0,084	4024
Rata-rata Kapasitas Aktual				**4246**
SD				**199**

Tabel 2. Hasil Pengujian Kerusakan Tomat

Ulangan	Input (butir)	Output (butir)	Total Kerusakan Mekanis (butir)	Kerusakan (%)
1	360	351	9	2,50
2	360	339	17	4,72
3	360	349	9	2,50
4	360	344	11	3,06
5	360	338	17	4,72
Rata – Rata	360	344	12,6	3,6

Untuk kerusakan tomat yang ditimbulkan akibat penggunaan mesin rata-rata secara aktual dilapangan adalah sebesar 3,50 %. Kerusakan tomat terjadi karena adanya benturan fisik selama proses *grading*. Kerusakan dapat berupa

setara dengan 0,36 Hp. Daya aktual yang dibutuhkan pada saat tanpa beban maupun dengan beban tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kebutuhan daya dibutuhkan.

Kebisingan merupakan salah satu faktor fisik lingkungan kerja yang dapat menimbulkan dampak pada gangguan pendengaran (*audiotory*) dan *extra audiotory*. Nilai ambang batas kebisingan sesuai dengan peraturan Kementerian Tenaga Kerja tahun 1999 yang tersaji pada Tabel 5.

Berdasarkani hasil pengujian pada Tabel 6 dan Tabel 7 tingkat kebisingan mesin dengan diberi beban hasil rata-rata kebisingan adalah 69,8 dB. Sedangkan, tingkat kebisingan mesin pada saat tanpa ada beban sebesar 68,3 dB.

Kebisingan yang ditimbulkan mesin selama pengoperasian dengan beban ataupun tanpa beban tidak berbeda secara signifikan. Berdasarkan acuan nilai ambang batas kebisingan menurut Keputusan Kementerian

Tabel 3.Total Kerusakan Tomat Setiap Komponen

No	Letak Kerusakan	Total Kerusakan (butir)	Efisiensi Kerusakan Tomat (%)
1	*Bucket Elevator*	4	**0,22**
2	*Metering Device*	23	**1,27**
3	*Chain Conveyor*	8	**0,44**
4	Pintu Pembagi	27	**1,55**

Gambar 3. Kerusakan Tomat pada Pintu Pembagi

Tabel 4. Kebutuhan Daya Aktual Mesin Grading Tomat TEP-5

Komponen yang Diuji	Daya Kosong (W)	Daya dengan Beban (W)
Bucket Elevator	66,6	71
Metering Device	22,6	25
Chain Conveyor	165,5	169,8
Pintu Pembagi	9,95	9,95
Total Daya	**254,8**	**265,8**

Tabel 5. Nilai Ambang Batas Kebisingan Menurut Keputusan Kementerian Tenaga Kerja

Lama Pemaparan Per Hari		Tingkat Kebisingan (dB)
8	Jam	85
3		88
2		91
1		94

Sumber: Kementrian Tenaga Kerja, 1999

Adapun hasil pengukuran kebisingan mesin tersaji pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tenaga Kerja (1999), mesin *grading* tomat TEP-5 dapat digunakan selama 8 jam.

akan memberikan reaksi amat sangat tidak menyenangkan Efek lain dari dari getaran yang

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kebisingan dengan Beban

Ulangan	Letak Pengukuran Tingkat Kebisingan (db)				Rata-rata Kebisingan setiap ulangan	Rata-rata Kebisingan dengan Beban (dB)	Keterangan
	Titik 1 (Dekat *Bucket Elevator*)	Titik 2 (Diantara *Bucket Elevator* dan *Matering Device*)	Titik 3 (Operator)	Titik 4 (Dekat Pintu Pembagi)			
1	68,7	71,9	70,6	67,8	**69,8**	**69,8**	**Lama Pemaparan 8 jam/hari**
2	68,6	72,4	71,8	67,8	**70,2**		
3	69,9	72,5	71	68,9	**70,6**		
4	66,6	71,7	71,8	67,4	**69,4**		
5	67,4	70,8	71,6	67,3	**69,3**		
Rata-rata	**68,2**	**71,9**	**71,4**	**65,12**	**69,8**		

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kebisingan tanpa Ada Beban

Ulangan	Tingkat Kebisingan Tanpa Beban (dB)				Rata-rata Kebisingan tanpa Beban (dB)	Keterangan
	Titik 1 (Dekat *Bucket Elevator*)	Titik 2 (Diantara *Bucket Elevator* dan *Matering Device*)	Titik 3 (Operator)	Titik 4 (Dekat Pintu Pembagi)		
1	66,4	72,5	71	66,4	**68,3**	**Lama Pemaparan 8 jam/hari**
2	68,4	71,5	70	62,8		
3	67,6	71,5	68,1	66,4		
4	67,4	72,4	66,8	64,1		
5	67,4	71,4	70,6	62,8		
Rata-rata	**67,4**	**71,9**	**69,3**	**64,5**		

Tabel 8. Getaran Mesin tanpa Beban

Bagian yang Diuji	Tingkat Getaran Tanpa Beban (m/s^2)	Keterangan
Bucket Elevator	3,16	Amat sangat tidak nyaman
Matering Device	0,25	Tidak ada keluhan
Chain Conveyor	3,49	Amat sangat tidak nyaman
Pintu Pembagi	1,46	Tidak nyaman
Rata-rata	**2,09**	Sangat tidak nyaman

Getaran terjadi saat mesin dioperasikan dengan motor sehingga pengaruhnya bersifat mekanis. Getaran dapat diuraikan atas komponen-komponennya. Getaran dapat dihasilkan oleh rotor yang tidak seimbang, bantalan yang cacat dan mesin dari roda gigi, masing-masing pada frekuensi tertentu. Hasil pengujian getaran mesin tanpa beban tersaji pada Tabel 8 dan getaran mesin dengan beban tersaji pada Tabel 9.

Hasil pengukuran pada Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan bahwa *chain conveyor* memiliki tingkat getaran paling tinggi yaitu diatas 2 m/s^2 Menurut ISO 2631-1:1997 (Tabel 10) nilai ini tinggi adalah dapat menimbulkan cepat terjadinya kerusakan pada mesin.

Berdasarkan Tabel 10 getaran yang dihasilkan oleh mesin *grading* tomat TEP-5 melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Untuk mengatasi hal ini mesin dianjurkan untuk diberi bantalan karet pada motor untuk mengurangi frekuensi getaran yang dihasilkan.

Kekerasan merupakan salah satu aspek penting pada produk hasil pertanian sebagai indikator untuk menentukan kualitas suatu produk hasil pertanian.

Tabel 9. Getaran Mesin dengan Beban

Bagian yang Diuji	Tingkat Getaran Tanpa Beban (m/s^2)	Keterangan
Bucket Elevator	2,14	Sangat tidak nyaman
Matering Device	0,62	Sedikit tidak menyenangkan
Chain Conveyor	3,93	Amat sangat tidak nyaman
Pintu Pembagi	1,41	Tidak nyaman
Rata-rata	**2,02**	**Sangat tidak nyaman**

Tabel 10. Pengaruh Getaran Terhadap Reaksi Kenyamanan Menurut ISO 2631- 1:1997

Getaran	Reaksi
$a_w < 0,315\ m/s^2$	Tidak ada keluhan
$0,315\ m/s^2 < aw < 0,63\ m/s^2$	Sedikit tidak menyenangkan
$0,5\ m/s^2 < aw < 1\ m/s^2$	Agak tidak menyenangkan
$0,8\ m/s^2 < aw < 1,6\ m/s^2$	Tidak nyaman
$1,25\ m/s^2 < aw < 2,5\ m/s^2$	Sangat tidak nyaman
$a_w > 2\ m/s^2$	Amat sangat tidak nyaman

Tabel 11. Kekerasan Tomat Suhu Ruang

Hari Ke-	Tingkat Kekerasan (N/mm^2)		Hasil Uji t	Keterangan
	Grading Mesin	*Grading* Manual		
1	24,84	27,95	9,945 > 1,6588	Berbeda signifikan
2	22,51	23,44	2,497 > 1,6588	Berbeda signifikan
3	22,08	23,62	5,379 > 1,6588	Berbeda signifikan
4	21,21	22,46	3,208 > 1,6588	Berbeda signifikan
5	20,96	22,05	2,907 > 1,6588	Berbeda signifikan

Berdasarkan hasil uji t (Tabel 11 dan Tabel 12) terlihat bahwa secara signifikan proses *grading* menggunakan mesin memberikan pengaruh terhadap kekerasan tomat. Hal ini disebabkan tomat mengalami banyak benturan pada proses *grading* menggunakan mesin. Sampel tomat pada penyimpanan *cool storage* memang tidak berbeda signifikan namun kekerasan tomat hasil *grading* menggunakan mesin masih memiliki nilai lebih rendah dibandingkan hasil *grading* manual.

Tomat hasil proses *grading* mengalami lebih banyak benturan dibandingkan dengan tomat hasil *grading* manual. Hal inilah yang menyebabkan tomat hasil grading mesin

memiliki kekerasan yang lebih rendah. Tomat yang mengalami banyak benturan akan mengalami memar yang memicu meningkatnya respirasi.

Hasil pengamatan secara visual menunjukkan tomat hasil grading menggunakan mesin masih memiliki bentuk fisik yang baik walaupun tomat telah mengalami penyimpanan selama 5 dan 7 hari. Contoh penampakan tomat setelah penyimpanan 5 dan 7 hari tersaji pada Gambar 3.

Tabel 12. Kekerasan Tomat Suhu <10°

Hari Ke-	Tingkat Kekerasan (N/mm²)		Hasil Uji t	Keterangan
	Grading Mesin	Grading Manual		
1	24,83	27,99	7,563 > 1,6646	Berbeda signifikan
2	23,46	26,25	1,989 >1,6646	Berbeda signifikan
3	23,49	24,09	1,989 >1,6646	Berbeda signifikan
4	22,88	23,64	1,904 > 1,6646	Berbeda signifikan
5	22,81	23,42	1,180 <1,6646	Tidak signifikan
6	23,48	24,67	2,304 >1,6646	Berbeda signifikan
7	23,53	24,57	1,040 <1,6646	Tidak signifikan

Menurut Vine (1965 dalam pantastico, 1975), parahnya luka kerusakan yang ditimbulkan dapat memacu respirasi, mungkin sebagai akibat pengaruh etilen secara tak langsung. Laju respirasi buah yang meningkat menyebabkan buah menjadi lebih cepat matang. Tomat yang lebih cepat matang secara otomatis akan meningkatkan kadar air sehingga membuat kekerasan tomat menjadi menurun.

Memar merupakan gejala kerusakan buah akibat benturan dan getaran yang terjadi selama proses grading. Memar juga disebabkan gesekan antar buah maupun gesekan buah dengan permukaan *hopper* dan saluran pintu pembagi yang berlangsung selama proses grading. Hasil

a b

Gambar 3. Penampakan tomat setelah penyimpanan
a. 5 hari (Suhu Ruang) b. 7 hari (*cool storage*)

pengujian luasan memar tomat selama pengujian tersaji pada Tabel 13.

Tabel 13. Luasan Memar Tomat Selama Penyimpanan

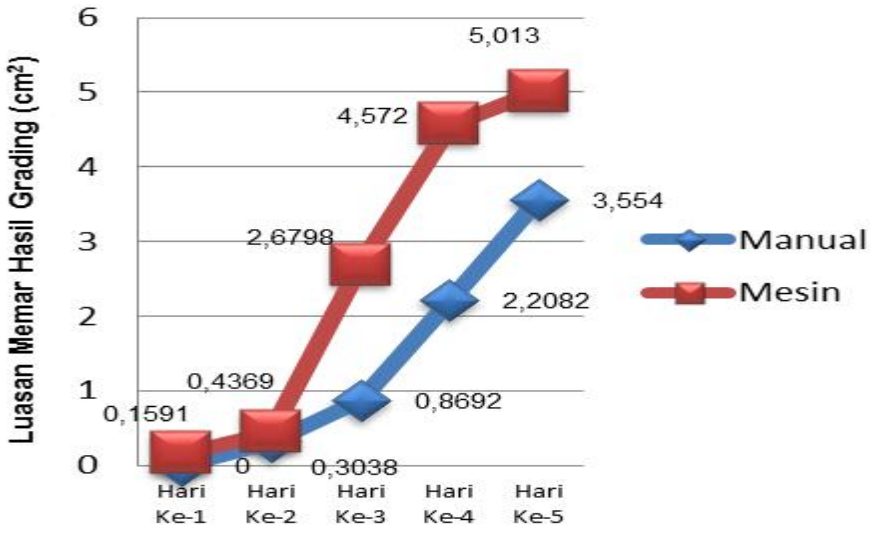
Hari ke-	Rata-rata Luasan Memar (cm^2)	
	Mesin *Grading*	Manual
1	0,1591	0
2	0,4369	0,3038
3	2,6798	0,8693
4	4,5720	2,2082
5	5,0130	3,5540

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 13 terlihat perbedaan luasan memar yang ditimbulkan akibat dari perbedaan perlakuan grading antara *grading* manual dan grading menggunakan mesin. Luasan memar akibat proses *grading* menggunakan mesin rata-rata lebih besar 30,19% dibandingkan hasil *grading* manual. Perbedaan ini ditimbulkan karena pada saat melakukan *grading* menggunakan mesin, tomat banyak mengalami benturan yang menyebabkan kerusakan jaringan sehingga luasan memar tomat hasil dari *grading* dengan menggunakan mesin lebih besar dibandingkan dengan luasan memar tomat hasil *grading* manual. Perbedaan laju peningkatan luasan memar selama penyimpanan tersaji pada Gambar 4.

Warna merupakan salah satu indikator penting dalam mutu suatu produk hasil pertanian. Warna juga salah satu kriteria dalam penjaminan mutu dan kelas suatu produk hasil pertanian. Ada beberapa komponen penting yang membentuk kombinasi warna pada tomat, diantaranya adalah ^{0}Hue dan Chroma (C*). Hue adalah derajat yang terbentuk dari kombinasi warna dari system warna Hunter yaitu a*(+) warna cenderung merah (*reddish*), a*(-) warna

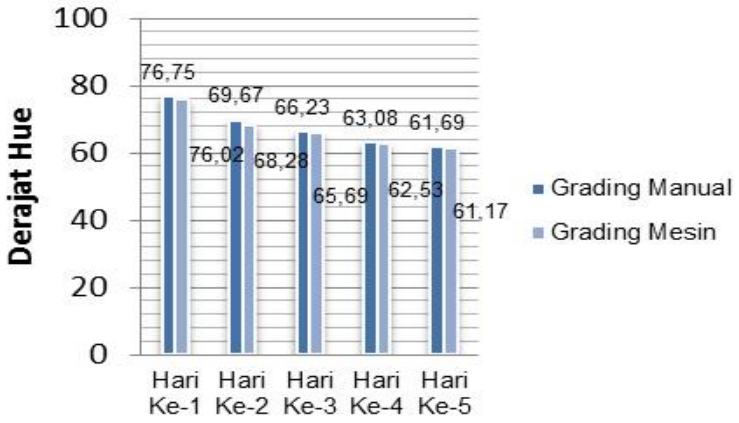
Tabel 14. Hasil Uji Warna Tomat Selama Penyimpanan

Hari Ke	Mesin *Grading* Tomat TEP-5						*Grading* Manual					
	L	a*	b*	^{o}Hue	Chroma	Ket.	L	a*	b*	^{o}Hue	Chroma	Ket.
1	47,24	8,57	34,43	76,02	35,48	*Yellow Red*	47,03	7,94	33,74	76,75	34,66	*Yellow Red*
2	45,27	13,45	33,77	68,28	36,35	*Yellow Red*	45,60	12,87	34,74	69,67	37,04	*Yellow Red*
3	44,18	15,16	33,57	65,69	36,83	*Yellow Red*	44,98	14,98	34,01	66,23	36,83	*Yellow Red*
4	43,28	17,06	32,82	62,53	36,98	*Yellow Red*	43,30	17,00	33,48	63,08	37,55	*Yellow Red*
5	42,93	18,51	33,63	61,17	38,38	*Yellow Red*	42,67	17,67	32,81	61,69	37,26	*Yellow Red*



Gambar 4. Grafik Luasan Memar Tomat Hasil *Grading*

cenderung hijau (*greenish*), b*(+) warna cenderung kuning (*yellowish*), dan b*(-) warna cenderung biru (*blueish*). Hasil pengujian warna tomat selama penyimpanan tersaji pada Tabel 14 Gambar 5.



Gambar 5. Perubahan nilai °Hue pada Tomat Selama Penyimpanan

Berdasarkan Tabel 14 dan Gambar 5 dapat diketahui kisaran nilai °Hue pada tomat hasil grading manual selama penyimpanan adalah sebesar 76,75 hingga 61,69 sedangkan tomat hasil grading mesin sebesar 76,02 hingga 61,17. Berdasarkan hasil perhitungan kisaran nilai °Hue dari dual perlakuan grading yang berbeda tersebut berwarna *yellow red* yang berada pada kisaran 90-54 °Hue. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan warna yang signifikan antara tomat hasil grading manual dan grading menggunakan mesin.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah :

[illegible] ^{2} dengan ada beban dan 2,09 m/s^2 tanpa ada beban. lebih besar 30,19 % dibandingkan grading manual

6. Proses *grading* tomat menggunakan mesin tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap perubahan warna selama penyimpanan yaitu berada di kisaran warna *yellow red*.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyono, B. 2008. *Tomat: Usaha Tani dan Penanganan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.

Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. www.deptan.go.id/infoeksekutif/horti/isi dt5thn_horti.php. Diakses pada 12 juli 2014.

ISO 2631-1:1997, *Mechanical Vibration and Shock*.

Keputusan Menteri Ketenagakerjaan No. 51/MEN/1999. *Tingkat Kebisingan*. www.kemenakertrans.go.id//kepmen-51-tingkat-kebisingan.html. Diakses pada 15 juli 2014.

Pantastico, ER. B. 1975. *Posharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-Tropical and Sub-Tropical Fruits and Vegetables*. The Avi Publishing Co.Inc Connecticut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tim Peneliti "Scale Up Prototipe Mesin *Grading* Tomat Berdasarkan Evaluasi Visual", Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, yang telah membiayai kegiatan penelitian ini.