

RANCANG BANGUN MESIN PASTEURISASI JUS BUAH OTOMATIS DENGAN TEKNOLOGI BERBASIS OHMIC HEATING

Design of Automatic Fruit Juice Pasteurization Machine Based on Ohmic Heating Technology

Indrawan Cahyo Adilaksono*, Bambang Susilo, Yusron Sugiarto

Jurusan Keteknikan Pertanian- Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi: email indra93laksono@gmail.com

ABSTRAK

Produksi buah di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dengan produksi yang melimpah mengakibatkan fluktuasi harga, sehingga ketika kondisi panen harga turun dan banyak buah yang busuk akibat tidak terjual. Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai jual buah mengolahnya menjadi jus buah. Proses yang paling penting dalam pembuatan jus buah yaitu pasteurisasi. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pasteurisasi adalah metode *ohmic heating*. Dalam upaya realisasi, maka diciptakan mesin pasteurisasi jus buah otomatis dengan teknologi berbasis *ohmic heating* yang didesain khusus untuk pasteurisasi jus buah skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pembuatan dan spesifikasi dari mesin pasteurisasi serta mengetahui performansi efisiensi penggunaan energi mesin. Pengujian performansi efisiensi energi dalam mempasteurisasi jus buah dilakukan dalam tabung ohmik dengan diameter 3.3 cm dan jarak elektroda 18 cm. Dengan memanfaatkan buah mangga sebagai bahan baku dengan penambahan air (perbandingan 2:1) yang kemudian dipasteurisasi dengan 3 perlakuan tegangan yaitu 220 V, 385 V, dan 425 V hingga mencapai suhu pasteurisasi 80 °C. Dari proses pengamatan dan perhitungan, diketahui bahwa efisiensi energi tertinggi adalah dengan perlakuan tegangan 385 V sebesar 94% dan terendah perlakuan tegangan 220 V sebesar 88%. Hal ini membuktikan bahwa mesin pasteurisasi jus buah berbasis *ohmic* memiliki kemampuan pasteurisasi secara singkat dan memiliki efisiensi tinggi.

Kata Kunci: *Ohmic Heating*, Efisiensi, Pasteurisasi

ABSTRACT

Fruit production in Indonesia has greatly increased year by year that is resulting in price fluctuation due to abundant products. The fruits possible to be rotten which decrease the sale value when the harvest time is unstable. One of the efforts for increasing the sale value of fruit is by making juice. The most important process of making juice is pasteurization. Ohmic heating pasteurization is one of pasteurization methods that can be utilized to pasteurize the juice. Thus, the juice pasteurization machine was created in particular design to pasteurize juice in small-scale. This study aims to determine the design of machine and the performance machine test, and to determine the efficiency of energy use of machine performance. Performance testing of energy efficiency of fruit juice pasteurization was carried out in an ohmic tube with a diameter of 3.55 cm and electrode spacing of 18 cm. The experiment used mango as a sample with the addition of water (2:1), the sample was pasteurized with 3 variations of electric potential included 220V, 385V, and 425V up to 80°C. The highest energy efficiency up to 94%. It was obtained in voltage of 385 V with pasteurization time 130 s and the lowest energy efficiency up to 88%. It was obtained in voltage of 220 V with pasteurization time 369 s. The result showed that the ohmic-based fruit juice pasteurization machine was able to pasteurize in short time and had high efficiency.

Keywords: *Ohmic Heating*, Efficiency, Pasteurization

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan produksi buah yang melimpah dan beragam (Badan Pusat Statistik, 2012). Produksi buah yang melimpah di Indonesia mengakibatkan terjadinya fluktuasi harga buah. Di lain sisi, meskipun harga buah turun, banyak hasil panen yang tidak terjual habis sehingga banyak hasil panen yang mengalami pembusukan dan terbuang percuma.

Salah satu upaya untuk meningkatkan pemanfaatan dan nilai jual buah yaitu dengan mengolahnya menjadi produk olahan berupa jus buah. Hal ini dikarenakan jus buah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan produk olahan buah lainnya, diantaranya tidak merubah rasa bahkan bisa menambah nilai gizi dari buah. Pada proses pengolahan buah menjadi jus buah, terdapat proses yang penting yaitu proses pasteurisasi.

Proses pasteurisasi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme pada jus buah sehingga umur simpannya lebih lama. Selama ini ada beberapa teknologi di pasaran yang umumnya digunakan dalam mempasteurisasi jus buah. Namun teknologi-teknologi tersebut mempunyai beberapa kelemahan antara lain, teknologi konvensional yang memiliki kelemahan dapat merusak kandungan gizi pada jus (Ghourchi *et al.*, 2009), teknologi plate heat exchanger memiliki tingkat efisiensi energi yang rendah dan degradasi vitamin yang tinggi (Khader, 2012), dan metode PEF yang memiliki harga yang mahal (Chandrasekaran *et al.*, 2013) serta teknologi pasteurisasi selama ini masih menggunakan suhu pasteurisasi yang sama sekitar 80-85 °C untuk semua jenis jus buah.

Penggunaan suhu yang sama untuk semua jenis jus pada pasteurisasi dirasa tidak efektif karena berdasarkan tingkat keasamaannya, jus buah mempunyai kandungan mikroorganisme yang berbeda (Ghourci, 2009). Untuk itu diperlukan sebuah teknologi pasteurisasi yang cepat, aman, dan murah dengan menggunakan teknologi pemanasan ohmik. *Ohmic heating* merupakan teknologi pasteurisasi dengan menggunakan suhu tinggi yang diperoleh dari aliran listrik pada bahan dengan waktu yang singkat. Teknologi ini mempunyai beberapa kelebihan seperti hasil yang memiliki kualitas baik dan retensi yang lebih tinggi dari segi nilai gizi makanan, pemanasannya seragam dan lebih

cepat serta energi yang dibutuhkan lebih efisien (Castro *et al.*, 2010).

Sehingga dalam penelitian ini, rancang bangun yang direalisasikan yaitu mesin pasteurisasi jus buah yang didesain dengan menggunakan dua teknologi yaitu teknologi ohmic heating dan teknologi sistem otomatis. Teknologi ohmic heating sebagai alat pemanas pada proses pasteurisasi jus buah dan dikombinasi dengan sistem kontrol otomatis yang digunakan untuk pengaturan proses pasteurisasi jus buah sesuai kebutuhan produk jus. Diharapkan dengan adanya rancang bangun mesin pasteurisasi ini, mampu meningkatkan kualitas dan daya simpan dari jus buah sehingga mampu meningkatkan nilai jual dan pemanfaatan dari buah.

METODE PENELITIAN

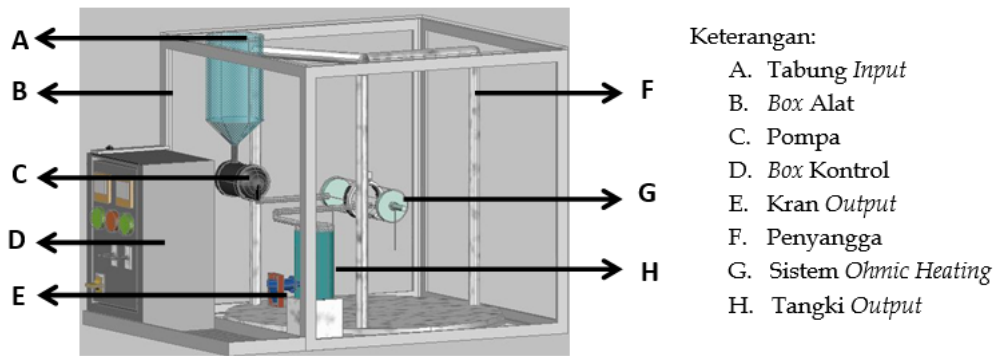
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gergaji besi, las, pengaris, obeng, gergaji akrilik, lem, avometer, solder, meteran, gerinda, kunci inggris, tang, bor tangan, kunci pas, pemotong kabel, *statif*, *clampmeter*, dan *data logger*. Bahan yang digunakan dalam penyelesaian mesin yaitu pipa lubaris, sensor ACR 712 5A, jus buah, mur, akrilik, *as stainless steel*, *seal*, *relay*, stop kontak, tombol power, dan *box stainless steel*.

Metode

Penelitian ini diawali dengan tahap studi pustaka untuk mengetahui lebih jelas mengenai pembuatan mesin pasteurisasi. Dilanjutkan dengan tahap perancangan alat secara fungsional dan struktural. Berikut merupakan desain mesin pasteurisasi jus buah otomatis dengan teknologi berbasis *ohmic heating* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap pengujian dilakukan dengan menggunakan buah mangga dan air sebagai bahan baku yang dipasteurisasi dengan perbandingan 2 : 1 kemudian diblender. Setelah itu, dituangkan jus buah mangga dalam tangki *input*. Bersamaan dengan itu perangkat pengukuran dipasang pada mesin, seperti sensor suhu pada tangki *ohmic*, *clampmeter* pada kabel yang menuju elektroda, dan *data logger* sebagai pencatat variabel selama proses pasteurisasi. Dimana variabel yang diamati meliputi konsumsi arus listrik, perjalanan suhu pasteurisasi, kecepatan waktu pasteurisasi.



Gambar 1. Desain Mesin Pasteurisasi Jus Buah Berbasis *Ohmic Heating*

Setelah pengamatan dan pengumpulan data, maka dilakukan analisis data dengan menggunakan teknik analisis eksperimental murni. Data yang didapatkan diinterpretasikan kedalam penyajian kalimat yang lebih jelas dan sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Alat

Mesin pasteurisasi otomatis dengan teknologi berbasis *ohmic heating* merupakan alat yang dirancang untuk dapat melakukan proses pasteurisasi jus buah dengan baik dan suhu yang dikontrol sesuai kebutuhan panas jus buah. Implementasi mesin pasteurisasi yang telah selesai melalui proses perakitan alat ditunjukkan pada Gambar 2.

Mesin pasteurisasi memiliki 2 komponen utama yaitu tabung *ohmic heating* dan box sistem kontrol. Tabung *ohmic heating* merupakan tempat berlangsungnya proses pasteurisasi jus buah dengan cara mengalirkan arus listrik ke dalam bahan. Tabung *ohmic* terbuat bahan pipa lubaris dengan diameter pipa sebesar 3.3 cm dan jarak elektroda sebesar 18 cm dengan konfigurasi *paralel rod* (Liu, 2014). Box sistem kontrol merupakan pusat kontrol dari mesin pasteurisasi. Box kontrol terbuat dari *stainless steel* dilapisi cat berwarna abu-abu dengan dimensi tinggi 30 cm, panjang 20 cm, dan lebar 12 cm. Box kontrol berfungsi mengontrol kebutuhan suhu pasteurisasi sesuai dengan tingkat keasaman dari jus buah. Untuk tingkat keasaman yang tinggi ($\text{pH} \leq 4$), jus buah akan dipasteurisasi hingga suhu 80 °C dan untuk tingkat keasaman yang rendah ($\text{pH} > 4$), jus buah akan dipasteurisasi hingga suhu 90 °C.

Penggunaan kontrol suhu berdasarkan tingkat keasamannya didasarkan penelitian (Gibbs and Filipa, 2004), jus buah berdasarkan tingkat keasamannya dapat dibedakan menjadi

dua, yaitu jus dengan tingkat keasaman tinggi ($\text{pH} \leq 4$), pada kondisi ini jus mengandung mikroorganisme seperti jamur dan ragi sehingga membutuhkan suhu pemanasan maksimal 80 °C dan jenis jus dengan tingkat keasaman rendah ($\text{pH} > 4$), pada kondisi ini jus mempunyai kandungan mikroorganisme yang lebih kompleks yaitu, bakteri, jamur, dan ragi sehingga membutuhkan suhu pemanasan lebih sekitar 90 °C.

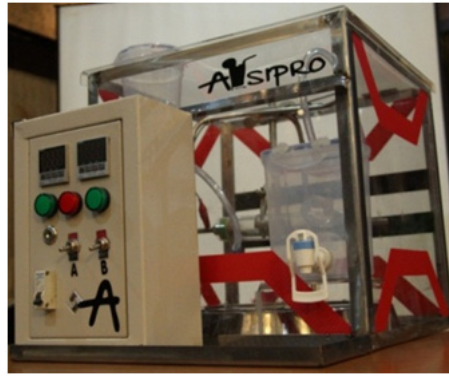
Penggunaan metode *ohmic heating* didasarkan pada penelitian (Muchtadi dan Ayutaningwarno, 2010), dengan menggunakan metode *ohmic heating* akan dihasilkan laju pemanasan yang cepat diakibatkan oleh semakin efektifnya pemanasan seiring dengan peningkatan suhu pasteurisasi sebagai akibat meningkatnya nilai konduktifitas dari bahan. Selain itu, pemanasan dengan menggunakan metode *ohmic heating*, dapat dihasilkan pola pemanasan yang linier dan relatif seragam pada seluruh bahan sehingga tidak diperlukan waktu tunggu.

Bagian lain yang merupakan komponen pendukung dalam mesin pasteurisasi antara lain tangki *input* sebagai tempat menampung bahan jus buah yang akan dipasteurisasi, pompa sebagai alat yang memompa jus buah menuju tangki *ohmic*, penyangga sebagai alat untuk memposisikan tangki *ohmic heating* dalam kondisi horizontal, box alat sebagai pelindung komponen utama pada mesin dan memperkokoh rangka mesin, tangki *output* sebagai wadah jus buah yang telah melalui proses pasteurisasi.

Hasil Pengujian

Suhu Pasteurisasi

Pengukuran kecepatan pemanasan dilakukan pada tabung *ohmic heating* dengan menggunakan sensor suhu dan *data logger*. Gambar 3 merupakan grafik yang menggambarkan kecepatan pemanasan



Gambar 2. Implementasi Mesin Pasteruisasi Jus Buah Otomatis Berbasis *Ohmic Heating*

dengan 3 perlakuan beda tegangan (220V, 385V, dan 425 V).

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa panas yang dihasilkan oleh mesin pasteurisasi mencapai 80 °C, Sehingga dapat dikatakan bahwa jenis pasteurisasi yang digunakan merupakan HTST (*High Temperature Short Time*). Hal ini sama dengan penelitian (Budiyono, 2009), jenis pasteurisasi HTST memiliki suhu pasteurisasi minimal sebesar 72 °C dan ditahan maksimal selama 15 detik. Selain itu, grafik menunjukkan variasi perjalanan suhu berdasarkan nilai beda potensial yang diberikan pada kedua ujung elektroda.

Semakin besar perlakuan tegangan yang diberikan maka semakin cepat mesin pasteurisasi mencapai suhu referensi. Menurut Muchtadi dan Ayutaningwarno (2010), Hal ini dikarenakan ketika jaringan seluler dipanaskan secara *ohmic*, maka kenaikan suhu akan linier dengan kenaikan gradien tegangan yang diberikan sehingga akan semakin efektif dalam memanaskan bahan. Penjelasan semakin efektifnya proses pemanasan saat suhu pasteurisasi semakin tinggi, dikarenakan terjadinya *electro-osmosis* ketika pemanasan dengan *ohmic* berlangsung yang juga bergantung dengan besar dan kecilnya beda potensial yang diberikan pada bahan (Muchtadi dan Ayitaningwarno, 2010). Ketika digunakan beda potensial yang tinggi, *electro-osmosis* akan mendorong ion-ion melewati membran dinding sel bahan, Sehingga bahan akan menjadi lebih konduktan, dan akan semakin efektif dalam meningkatkan suhu bahan tersebut.

Hal tersebut sesuai dengan hasil data pada grafik yang menunjukkan peningkatan kecepatan pemanasan dengan semakin besarnya beda potensial yang diberikan pada bahan. Pada tegangan 220 V, waktu yang

dibutuhkan untuk memanaskan jus mangga hingga suhu referensi 80 °C adalah selama 369 detik. Pada tegangan 385 V, waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan jus buah adalah 130 detik. Sedangkan pada tegangan 425 V, waktu yang dibutuhkan adalah sebesar 103.5 detik. Dapat diketahui bahwa penggunaan tegangan 220 V memiliki waktu pemanasan yang paling lambat dan pada tegangan 425 V memiliki waktu pemanasan paling cepat.

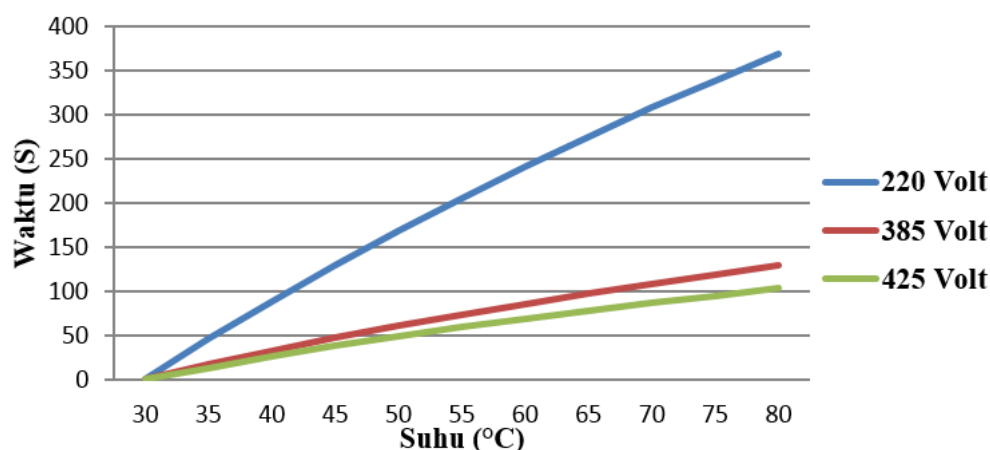
Hubungan Suhu dan Nilai Hambatan Bahan

Pada proses pasteurisasi kenaikan suhu diukur dengan menggunakan sensor suhu yang direkam oleh *data logger* setiap 0.5 detik. Sedangkan data variabel arus listrik diambil setiap kenaikan 5 °C suhu pasteurisasi dan nilai hambatan bahan didapatkan dari persamaan seperti berikut:

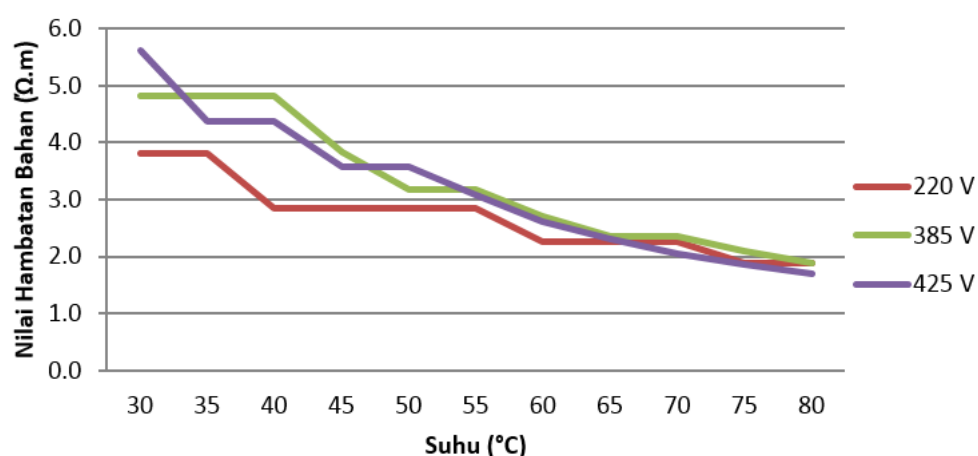
$$\rho = R \frac{A}{L}$$

Dimana nilai R merupakan nilai hambatan selama proses pasteurisasi (Ω). Sedangkan A merupakan luas penampang dari elektroda yang digunakan dan L merupakan jarak antara elektroda. Nilai R didapatkan dari hasil pembagian variabel tegangan yang digunakan dan variabel arus listrik. Dari hasil pengamatan dan perhitungan dihasilkan grafik hubungan suhu dan nilai hambatan bahan seperti yang disajikan pada Gambar 4.

Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai hambatan bahan cenderung menurun dengan semakin naiknya suhu selama pasteurisasi. Dengan menurunnya nilai hambat bahan, maka dapat dikatakan bahwa pemanasan dengan menggunakan metode *ohmic* semakin efektif pada suhu yang tinggi. Menurut Muchtadi dan Ayutaningwarno (2010), dalam penelitiannya diketahui bahwa



Gambar 3. Grafik Hubungan Suhu Pasteurisasi Terhadap Waktu Pasteurisasi



Gambar 4. Grafik Hubungan Suhu Pasteurisasi Terhadap Nilai Hambatan Bahan

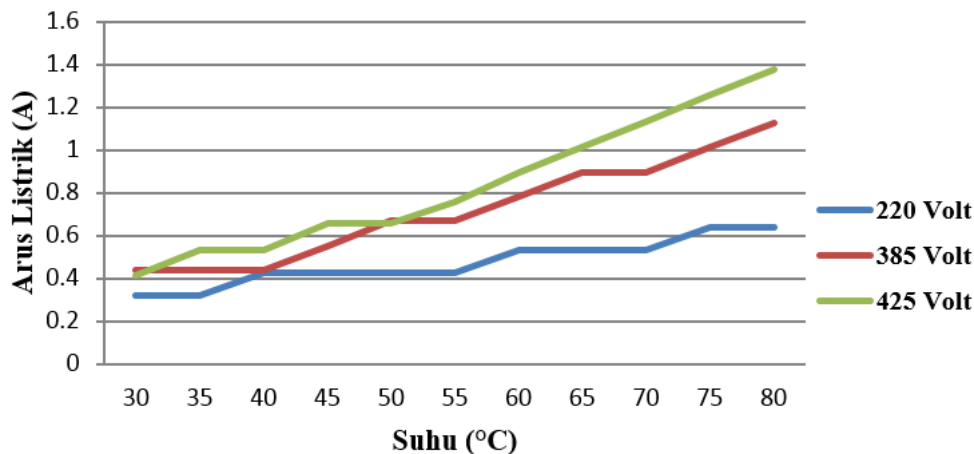
penurunan nilai hambat bahan dikarenakan semakin tingginya konsentrasi ion dalam bahan sehingga jus buah menjadi larutan yang semakin konduktan. Di lain sisi, selama pemanasan ohmik ukuran partikel juga mengalami penurunan, sehingga nilai hambat bahan akan menurun dan meningkatkan konduktifitas dari bahan yang sejalan dengan peningkatan suhu dan perlakuan tegangan yang diberikan (Muchtadi dan Ayutaningwarno, 2010). Tahanan dari bahan pangan tersebut dalam melewati arus listrik adalah penyebab timbulnya panas yang dihasilkan dalam makanan, sehingga energi listrik dikonversi menjadi energi panas (Icier, 2012). Jadi dengan semakin panasnya bahan akibat tahanan bahan terhadap listrik yang mengalir di dalam mengakibatkan nilai tahanan bahan menurun dan menjadikan bahan semakin konduktan atau memiliki nilai konduktifitas yang semakin tinggi.

Selain itu, data pada grafik menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi beda potensial yang diberikan maka semakin menurun pula

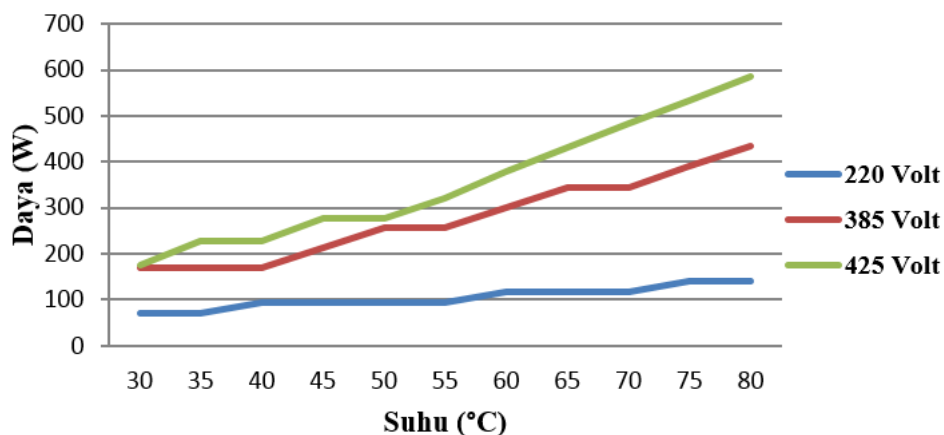
nilai hambat dari bahan sehingga pemanasan yang berlangsung selama pasteurisasi semakin cepat dan efektif. Hal ini sesuai dengan (Icier, 2012), dengan pemberian gradien tegangan yang meningkat, maka akan meningkatkan panas yang dihasilkan per unit waktu akibat tahanan bahan tersebut. Dapat diketahui bahwa tahanan pada bahan memiliki pengaruh yang sangat penting dalam proses pemanasan menggunakan *ohmic heating*.

Hubungan Suhu dan Arus Listrik Pasteurisasi

Gambar 5 merupakan grafik hubungan suhu pasteurisasi dan konsumsi arus listrik selama proses pasteurisasi. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa konsumsi arus listrik rata-rata dengan perlakuan tegangan 220 V adalah sebesar 0.474 A. Sedangkan rata-rata konsumsi arus listrik dengan menggunakan perlakuan tegangan 385 V adalah sebesar 0.72 A dan rata-rata konsumsi arus listrik dengan menggunakan perlakuan tegangan 425 V adalah 0.838 A.



Gambar 5. Grafik Hubungan Suhu Pasteurisasi Terhadap Arus Listrik



Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Pasteurisasi Terhadap Daya

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan konsumsi arus listrik sejalan dengan peningkatan suhu pasteurisasi. Hal ini dikarenakan jus mangga yang mengalami penurunan nilai hambatan akibat dari proses *electro-osmosis* dalam jus sehingga jus buah menjadi larutan yang memiliki nilai konduktansi yang terus meningkat.

Menurut (Berk, 2009) konduktifitas listrik akan meningkat akibat dari kenaikan suhu akibat proses pemanasan *ohmic*. Bila dibahas dengan menggunakan Hukum Ohm yaitu $V=I.R$, maka diketahui apabila larutan jus mangga mengalami penurunan nilai hambatan (R) berakibat pada sifat dari jus mangga tersebut yang menjadi lebih konduktor dalam mengalirkan listrik. Sehingga konsumsi listrik meningkat sejalan dengan peningkatan suhu dari jus mangga. Semakin besarnya konsumsi tersebut, merupakan indikator semakin efektifnya proses pemanasan saat suhu jus buah meningkat. Sesuai dengan pernyataan Berk (2009), karena konduktifitas bahan meningkat, maka proses pemanasan berlangsung lebih efektif.

Daya Pasteurisasi

Pada proses pasteurisasi kebutuhan daya selama proses sangatlah penting untuk mengetahui efisiensi energi mesin. Kebutuhan daya mesin didapatkan dari persamaan seperti berikut.

$$P = V.I$$

Nilai I merupakan nilai konsumsi arus listrik dan V merupakan beda potensial yang digunakan saat pasteurisasi. Dari hasil pengamatan dan perhitungan dihasilkan grafik hubungan waktu pasteurisasi dan kebutuhan daya seperti yang disajikan pada Gambar 6. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa dengan perlakuan tegangan yang berbeda didapatkan variasi kebutuhan daya yang berbeda pula. Pada tegangan 220 V diketahui bahwa daya mencapai puncaknya pada detik ke-330 hingga 369 detik yaitu sebesar 141.02 W. Pada perlakuan tegangan yang berbeda yaitu 385 V, puncak kebutuhan daya terjadi pada detik ke-130 sebesar 433.89 W. Sedangkan pada perlakuan tegangan 425

V, kebutuhan daya tertinggi terjadi pada detik ke-120 yaitu sebesar 584.375 W. Dari data tersebut diketahui bahwa kebutuhan daya pasteurisasi meningkat sejalan dengan kenaikan suhu pasteurisasi. Menurut Giancoli (2011), hal ini diakibatkan oleh konsumsi energi yang berbanding lurus dengan arus listrik yang masuk dan tegangan yang digunakan. Dimana dalam uji mesin, diketahui bahwa nilai konsumsi arus listrik yang terus meningkat untuk memanaskan jus mangga, sehingga daya yang dibutuhkan akan meningkat selama proses. Peningkatan daya pasteurisasi juga diakibatkan besarnya beda potensial yang diberikan selama proses. Sehingga semakin besar tegangan yang diberikan maka daya yang dibutuhkan akan lebih besar.

Dapat diketahui bahwa untuk mempasteurisasi jus mangga dengan waktu yang singkat maka dibutuhkan tegangan yang tinggi dalam prosesnya, sehingga daya yang dibutuhkan akan semakin besar mengikuti dari konsumsi arus listrik yang dibutuhkan untuk memanaskan jus buah mangga.

Efisiensi Energi Pasteurisasi

Tabel 1 merupakan tabel hasil perhitungan energi yang dikonsumsi dan energi yang dihasilkan oleh mesin pasteurisasi, serta efisiensi energi dari 3 macam tegangan.

Dari Tabel 1. dapat diketahui bahwa jus buah mangga memiliki kalor jenis bahan sebesar 3.805 KJ/Kg°C. Buah mangga tersebut dipanaskan pada suhu awal 30°C dengan 3 perlakuan tegangan yang berbeda yaitu 220 V, 385 V, dan 425 V. Dengan perlakuan tegangan yang berbeda diketahui bahwa kebutuhan arus listrik rata-rata pada masing-masing tegangan juga berbeda. Pada tegangan 220 V arus listrik rata-rata

yang dibutuhkan sebesar 0.47 A. Kemudian pada tegangan 385 V arus rata-rata yang dibutuhkan sebesar 0.72 A dan pada tegangan 425 V sebesar 0.84 A.

Dengan konsumsi arus listrik yang berbeda, maka berpengaruh pada lama waktu pasteurisasi semakin besar arus listrik yang mengalir pada suatu bahan maka semakin cepat bahan tersebut. Dari hasil rekap data Tabel 1, diketahui bahwa waktu pasteurisasi untuk tegangan 220 V selama 369 s. Pada tegangan 385 V waktu pemanasan yang dibutuhkan sebesar 130 s, sedangkan untuk tegangan 425 V waktu pemanasan yang dibutuhkan adalah selama 103.5 s.

Dari data parameter diatas, dapat diketahui energi yang dibutuhkan dalam alat (E_{in}) untuk mempasteurisasi bahan hingga suhu referensi 80 °C. Dengan persamaan $E_{in}=P=V.I.t$. Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa kebutuhan energi untuk tegangan 220 V sebesar 38.52 KJ. Pada tegangan 385 V kebutuhan energi yang dibutuhkan adalah sebesar 36.04 KJ dan pada perlakuan tegangan 425 V kebutuhan energi yang dibutuhkan sebesar 36.88 KJ. Dari data tersebut, diketahui semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin besar daya yang dibutuhkan untuk melakukan proses pasteurisasi.

Selain itu, dengan data tersebut dapat diketahui energi yang dihasilkan dari alat yaitu berupa energi panas. Dengan persamaan $E_{out}=Q=m.Cp.dT$. Dari persamaan ini, dapat diketahui bahwa energi yang dihasilkan dengan menggunakan tegangan 220 V, 385 V, dan 425 V relatif sama yaitu sebesar 33.87 KJ. Hal ini dikarenakan massa jus buah yang dipanaskan memiliki nilai yang sama yaitu 0.178 Kg. Di sisi lain, suhu awal pasteurisasi dikondisikan sama 30 °C dan berhenti pada suhu referensi yang sama 80 °C.

Tabel 1. Perhitungan konsumsi energi alat

No	Besaran	Tegangan		
		220 V	385 V	425 V
1	Suhu Awal (°C)	30	30	30
2	Suhu Akhir (°C)	80	80	80
3	Arus Rata-Rata (A)	0.47	0.72	0.84
4	Waktu Pemanasan (s)	369	130	103.5
5	Kalor Jenis Jus Mangga	3.805	3.805	3.805
6	E_{in} (KJ)	38.52	36.02	36.89
7	E_{out} (KJ)	33.87	33.87	33.87
8	Effisiensi Energi	88%	94%	92%

Dari perhitungan energi masuk dan energi yang keluar. Dapat diketahui efisiensi energi dari 3 tegangan yang berbeda. Dengan persamaan $\text{Eff} = E_{\text{out}} / E_{\text{in}} \times 100\%$. Dari persamaan ini, dapat diketahui bahwa efisiensi energi tertinggi terjadi pada perlakuan dengan tegangan 385 V yaitu sebesar 94%. Kemudian pada tegangan 425 V efisiensi yang dihasilkan sebesar 92 % dan efisiensi terendah terjadi pada perlakuan tegangan 220 V yaitu sebesar 88 %.

Menurut Muchtadi dan Ayutaninwarno (2010), salah satu keunggulan utama dari pemanasan *ohmic* yaitu kecepatan pemanasan yang meningkat akibat dari meningkatkannya konduktifitas bahan sehingga penggunaan energi selama proses semakin efektif. Selain itu, pemanasan yang ditimbulkan oleh pemanasan yang relatif merata, karena memanfaatkan tahanan dari bahan itu sendiri. Sedangkan menurut Salengke (2000), keefektifan pemanasan *ohmic* dikarenakan efek yang ditimbulkan oleh pemanasan yang berupa proses permeabilisasi dinding sel produk, sehingga dapat berperan dalam mempercepat proses reaksi panas dalam produk.

SIMPULAN

Mesin pasteurisasi jus buah berbasis *ohmic heating* dirancang untuk dapat melakukan proses pasteurisasi jus buah dengan sistem *batch* dan sistem kontrol sebagai kontrol pemberian perlakuan panas pada jus buah. Pengujian dilaksanakan dengan pengukuran waktu pemanasan, suhu pasteurisasi dan konsumsi arus listrik. Pada tegangan 220 V, berlangsung waktu pemanasan selama 369 detik hingga suhu pasteurisasi 80 °C dan mengkonsumsi arus rata-rata 0.47 A. Pada tegangan 385 V, berlangsung waktu pemanasan selama 130 detik hingga suhu pasteurisasi 80 °C dan mengkonsumsi arus rata-rata 0.72 A. Pada tegangan 425 V, berlangsung waktu pemanasan selama 103,5 detik hingga suhu pasteurisasi 80 °C dan mengkonsumsi arus rata-rata 0.83 A. Dengan penerapan tegangan 385 V dalam mesin pasteurisasi dapat dihasilkan efisiensi penggunaan energi tertinggi hingga 94 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DIKTI dan Team PKM-KC FTP UB yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2012. *Produksi Buah-Buahan di Indonesia 2008 – 2012*. Jakarta: Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Budiyono Haris. 2009. Analisis Daya Simpan Produk Susu Pasteurisasi Berdasarkan Kualitas Bahan Baku Mutu Susu. *Jurnal Paradigma*. Volume 1 No. 2.
- Berk Z. 2009. *Food Process Engineering and Technology*. Academic Press : New York.
- Castro A, Teixeira JA, Salengke S, Sastry SK, and Vicente AA. 2010. Ohmic Heating of Strawberry Products: Electrical Conductivity Measurements and Ascorbic Acid Degradation Kinetics. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* Volume 5, Pages 27–36.
- Chandrasekaran SR and Tanmay B. 2013. Microwave Food Processing – A Review. *Food Research International*. Volume 52, Issue 1, Pages 243–261.
- Ghourchi H and Barzegar M. 2009. Some Physicochemical Characteristics and Degradation Kinetic of Anthocyanin of Reconstituted Pomegranate Juice During Storage. *J. Food Eng.* Volume 90, Pages 179.
- Giancioli DC. 2001. *Fisika Edisi Kelima*. Erlangga: Jakarta.
- Gibbs Paul Dan Filipa V. M. Silva. 2004. Target Selection in Designing Pasteurization Processes for Shelf-Stable High-Acid Fruit Products. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*. 44(5):353-60.
- Icier F and Ilicali C. 2012. Temperature Dependent Electrical Conductivities of Fruit Purees During Ohmic Heating. *Food Res Int* ; 38 : 1135–42.
- Salengke S and Sastry SK. 2000. Ohmic Heating of Solid-Liquid Mixtures: A Comparison of Mathematical Models Under Worst-Case Heating Conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 21(6):441-458.
- Liu S and Sakr M. 2014. A Comprehensive Review on Applications of Ohmic Heating. *Journal Of Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 39 (2014) Pages 262-269.
- Muchtadi RT dan Ayustaningwarno F. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Penerbit Alfabeta : Bandung.