

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818



Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 1, Maret 2019



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
1

Hal
1-64

Lampung
Maret 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir, R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezki Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 1, bulan Maret 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 7 (tujuh) artikel yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi studi efektifitas *herbiciding* gulma, uji kinerja mesin pasteurisasi tipe kontinyu, aplikasi sistem informasi geografis untuk analisis potensi alat dan mesin pertanian, analisis kecenderungan dan variabilitas spasial hujan ekstrim 1-harian, pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren, kinerja jaringan irigasi tingkat tersier, dan analisis kinerja pemanggang ubi cilembu.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

ISSN (p): 2302-559X

ISSN (e): 2549-0818

Daftar isi

Pengantar Redaksi

STUDI EFEKTIFITAS HERBICIDING GULMA LAHAN KERING PADA BERBAGAI METODE PENGABUTAN <i>Gatot Pramuhadi, Muhammad Naufan Rais Ibrahim, Henry Haryanto, Johannes</i>	1-9
UJI KINERJA UNIT MESIN PASTEURISASI TIPE KONTINYU UNTUK PENGOLAHAN SARI BUAH SIRSAK <i>Suparlan, Uning Budiharti, Astu Unadi</i>	10-19
APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISIS POTENSI ALAT DAN MESIN PERTANIAN LAMPUNG TENGAH <i>Dodi Setiawan, Mohamad Amin, Sandi Asmara, Ridwan</i>	20-28
ANALISIS KECENDERUNGAN DAN VARIABILITAS SPASIAL HUJAN EKSTRIM 1-HARIAN DI WILAYAH KERJA UPT PSDA PASURUAN PERIODE 1980-2015 <i>Muh.Dian Nurul Hidayat, Askin Askin, Indarto Indarto</i>	29-39
PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERUBAHAN PH DAN WARNA NIRA AREN (<i>Arenga pinnata</i> Merr) SETELAH PENYADAPAN <i>Ansar, Nazaruddin, Atri Dewi Azis</i>	40-48
KINERJA JARINGAN IRIGASI TINGKAT TERSIER UPTD TRIMURJO DAERAH IRIGASI PUNGGUR UTARA <i>Haposan Simorangkir, Ridwan, M.Zen Kadir, M.Amin</i>	49-56
ANALISIS KINERJA PEMANGGANGAN UBI CILEMBU (<i>Ipomoea Batatas</i> L) MENGGUNAKAN OVEN BERBAHAN BAKAR LIQUIFIED PETROLEUM GAS (LPG) <i>Ahmad Thoriq, Asri Widyasanti</i>	57-64

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

UJI KINERJA UNIT MESIN PASTEURISASI TIPE KONTINYU UNTUK PENGOLAHAN SARI BUAH SIRSAK

PERFORMANCE TEST OF CONTINUOUS TYPE PASTEURIZER FOR SOURSOP JUICE PROCESSING

Suparlan^{1✉}, Uning Budiharti¹, dan Astu Unadi¹

¹Perekayasa pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong

✉Komunikasi penulis, email : drsuparlan@yahoo.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv8i1.10-19>

Naskah ini diterima pada 1 September 2018; revisi pada 30 Januari 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 1 Februari 2019

ABSTRACT

Soursop fruit is one of the horticultural products that is easily damaged after a maturation process. This fruit is generally consumed in the form of fresh ripe or juice. During harvesting season the amount of soursop fruit is so abundant with a very diverse quality tht its selling price tend to be low. One alternative to increase the added value of low quality soursop fruits and to extend their shelf life is through processing into juice. This study aims to test the performance of continuous type pasteurizer unit which has been developed by the Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICAERD) in processing of soursop juice at a small scale industry. The pasteurizer unit consists of a mixer, pasturizer, holder, filler, and cup sealer. Soursop juice processing includes fruit blanching, peeling, pulping, mixing and dilution of the slurry pulp, pasturization, and packaging. The pasteurization process was conducted at 80 °C for 5-10 minutes. The pasteurization temperature is achieved at pavor pressure in water heating tube at about 1.0-1,5 bar. Under these conditions the capacity of continuous type pasteurizer unit was 160 l/h. The resulting juice has a TPC content of 4.8×10^2 , 5.1×10^2 , and 1.9×10^3 cfu/g, respectively at day 0, 7, and 14 after storage. The heavy metal content of Cu and Pb were 0.63 and 0.29 ppm, respectively.

Keywords: *continuous type, pasteurizer, performance test, soursop juice processing, value added product*

ABSTRAK

Buah sirsak merupakan salah satu produk hortikultura yang mudah mengalami kerusakan setelah proses pematangan. Buah ini umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah matang segar atau jus buah. Pada saat panen raya jumlah buah sirsak melimpah dengan mutu yang sangat beragam sehingga harga jualnya rendah. Salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah buah sirsak yang jelek dan untuk memperpanjang umur simpannya adalah melalui pengolahan menjadi sari atau jus buah. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja unit mesin pasteurisasi tipe kontinyu yang telah dikembangkan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian dalam pengolahan jus buah sirsak pada skala industri kecil. Unit mesin pasteurisasi terdiri dari *mixer, pasturizer, holder, filler*, dan *cup sealer*. Proses pengolahan sari buah sirsak meliputi pemblanching buah, pengupasan kulit, pembuburan, pencampuran dan pengenceran bubur, pemanasan sari buah (pasturisasi), dan pengemasan. Proses pasturisasi sari buah sirsak dilakukan pada suhu 80 °C selama 5-10 menit. Suhu pasteurisasi tersebut dicapai pada tekanan tabung pemanas air sekitar 1,0-1,5 bar. Pada kondisi tersebut kapasitas alat pasteurisasi tipe kontinyu adalah sebesar 160 l/jam. Sari buah sirsak yang dihasilkan memiliki kandungan TPC pada hari ke 0, 7, dan 14 hari penyimpanan berturut-turut adalah $4,8 \times 10^2$, $5,1 \times 10^2$, dan $1,9 \times 10^3$ cfu/g. Kandungan logam berat Cu dan Pb masing-masing adalah 0,63 dan 0,29 ppm.

Kata kunci: mesin pasteurisasi, nilai tambah produk, pengolahan jus sirsak, uji kinerja, tipe kontinyu

I. PENDAHULUAN

Buah sirsak merupakan salah satu produk hortikultura yang mudah mengalami kerusakan setelah proses pematangan. Buah ini umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah matang segar atau jus buah. Mutu buahnya juga sangat beragam dan pada saat panen raya jumlahnya melimpah sehingga harga jualnya rendah. Pada tahun 2016 total produksi buah sirsak sebanyak 55.907 ton (Anonim, 2017). Buah sirsak memiliki nilai gizi yang baik dan rasa yang khas, serta memiliki kandungan zat antioksidan yang tinggi sehingga sangat baik untuk kesehatan tubuh (Prasetyorini *et al.*, 2014). Salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah buah sirsak yang jelek dan memperpanjang umur simpannya dapat dilakukan melalui pengolahan menjadi jus atau sari buah.

Sari buah merupakan larutan inti daging buah yang diencerkan, sehingga memiliki cita rasa yang sama dengan buah aslinya (Satuhu, 1996). Dalam pembuatan sari buah, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan selain formulasi sari buah adalah proses pemanasan atau pasteurisasi. Proses pasteurisasi merupakan cara yang umum dilakukan dalam industri pengolahan pangan untuk mencegah berkembangnya mikroorganisme, terutama yang bersifat patogenik dan merusak pada bahan makanan. Untuk mengurangi resiko rusaknya beberapa zat gizi seperti vitamin C selama proses pasteurisasi, maka pemanasan dilakukan pada suhu di bawah 100°C (Ashurst, 1998; Tucker, 2002). Pada sari buah dengan kandungan asam yang tinggi, pasteurisasi dengan suhu tinggi dihindari, sehingga rasa, aroma alami, dan nilai gizi dapat lebih dipertahankan.

Proses pengawetan sari buah dengan cara pasteurisasi telah banyak dikembangkan dalam industri pengolahan makanan, baik dengan sistem *batch*, sistem kontinyu maupun pasteurisasi pada produk kalengan atau botol. Pasteurisasi dengan sistem *batch* dan produk kalengan atau botol umumnya dilakukan dengan cara pemanasan langsung, sehingga menyebabkan suhu bahan yang dipanaskan tidak seragam dan waktu yang dibutuhkan untuk pasteurisasi relatif lama sehingga tidak efisien (Suyatno, 2001). Sedangkan pasteurisasi sistem

kontinyu dilakukan dengan menggunakan alat penukar panas (*heat exchanger*), dimana proses berlangsung tanpa putus melalui 3 tahapan, yaitu *heating*, *holding*, dan *cooling*. Selain itu pasteurisasi kontinyu menggunakan suhu yang lebih tinggi dengan waktu proses yang lebih singkat, lebih higienis, proses dapat dikontrol (*energy saving*) dan kapasitasnya lebih besar (Unadi *et al.*, 2005). Menurut hasil penelitian Umme *et al.* (1997), suhu pasteurisasi optimum untuk bubur sirsak adalah 78,8°C selama 69 detik. Bubur sirsak yang dipasteurisasi pada kondisi tersebut, jumlah mikrobanya menurun dari $6,4 \times 10^3$ menjadi $8,5 \times 10^1$ cfu/g (Umme *et al.*, 1999).

Sistem pasteurisasi sederhana yang sering dilakukan oleh industri pengolahan sari buah skala kecil dan rumah tangga umumnya dilakukan dengan cara perebusan. Sistem ini menggunakan pemanasan langsung dan pada umumnya suhu sulit dikontrol sehingga mutunya kurang konsisten. Disisi lain teknologi pasteurisasi untuk industri menengah dan besar kurang sesuai diterapkan pada industri kecil dan rumah tangga karena investasinya yang tidak terjangkau sehingga diperlukan teknologi pasteurisasi sederhana namun menghasilkan mutu sari buah yang baik.

Unadi *et al.* (2005) telah merakayasa unit mesin pasteurisasi sederhana tipe kontinyu dengan sistem pemanas tidak langsung menggunakan media pemanas air dan pipa penukar kalor horizontal. Sumber panas yang digunakan adalah kompor gas atau minyak tanah yang diletakkan di bawah tabung air untuk memanaskan dan menaikkan suhu air pemanas. Unit alat tersebut dilengkapi dengan tangki pencampur (*mixing tank*) yang berfungsi untuk menampung bahan dan mencampur bahan yang akan dipasteurisasi dengan bahan tambahan makanan, dan mesin pembubur buah (*pulper*) yang berfungsi untuk memisahkan jus atau cairan dengan ampas serat buah. Untuk mengalirkan sari buah dari tangki ke alat pasteurisasi, sebuah pompa dengan klep pengatur balik dipasang diantaranya. Sari buah yang akan dipasteurisasi dialirkan dari tangki melalui pompa ke pipa penukar kalor horizontal. Hasil pengujian terhadap kinerja mesin menggunakan bubur buah mangga (*pure mangga*) menunjukkan bahwa kapasitas mesin ini bervariasi antara 50 sampai 62 kg/jam dengan

suhu antara 80-90 °C. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja unit mesin pasteurisasi tipe kontinyu dalam pengolahan sari buah sirsak pada skala industri kecil.

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan dan Peralatan

Pengujian kinerja prototipe unit mesin pasteurisasi tipe kontinyu untuk pengolahan sari buah sirsak dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, BBP Mektan, Serpong. Desain dan prototipe unit mesin pasteurisasi tipe kontinyu yang digunakan dalam penelitian ini masing-masing seperti disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Unit mesin pasteurisasi terdiri dari mesin pencampur (*mixer*), mesin pasteurisasi (*pasteurizer*), dan tabung penampung sari buah hasil pasteurisasi (*holder*), tabung pengisi (*filler*), dan alat pengemas kemasan jus buah (*cup sealer*).

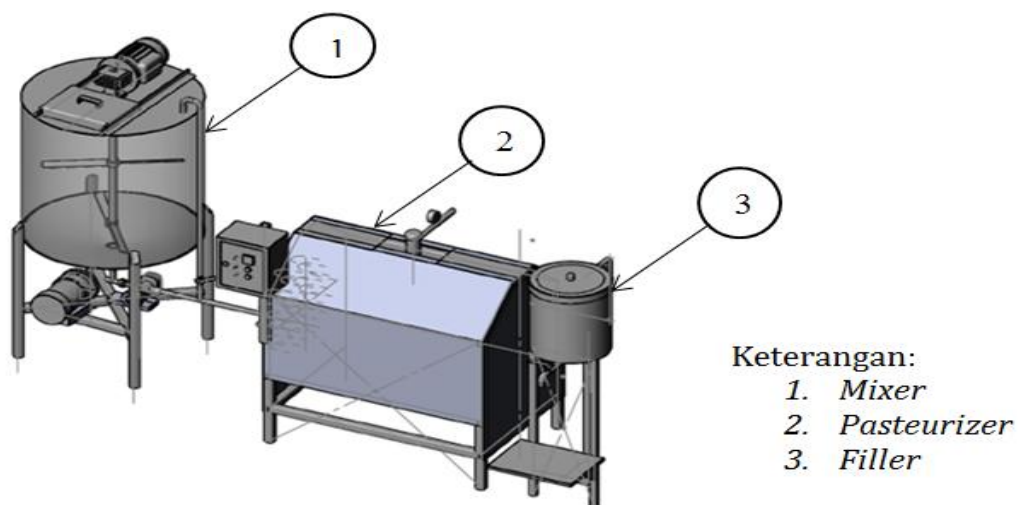
Mixer berfungsi untuk mencampur jus yang telah dihasilkan oleh mesin *pulper* sebelum dimasukkan atau diproses ke dalam unit *pasteurizer*. *Mixer* berbentuk tabung vertikal yang di bagian tengahnya dilengkapi poros pengaduk yang dipasang vertikal. Tabung pencampur memiliki diameter 70 cm dan tinggi 80 cm. Dinding tabung terbuat dari bahan plat *stainless steel* tipe 304. Poros pengaduk digerakkan oleh motor listrik 0,5 HP. Pada bagian bawah tabung dilengkapi dengan pipa saluran pengeluaran yang terbuat dari pipa *stainless*

steel berdiameter 1,5". Mesin pasteurisasi tipe kontinyu menggunakan sistem penukar panas pipa tunggal (*single tube heat exchanger*). Media pemanas yang digunakan adalah air, sedangkan sumber panas utama pada mesin ini menggunakan kompor gas LPG. Sedangkan alat pengemas kemasan plastik (*cup sealer*) yang digunakan adalah tipe *semi automatic*.

Bahan yang digunakan dalam pengujian meliputi buah sirsak matang, gula pasir, asam sitrat, potassium sorbet, penstabil CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), dan jus *Buavita* dan *Jungle Jus*. Buah sirsak dibeli dari pasar tradisional di Serpong, Tangerang, dan dipilih dengan tingkat kematangan yang seragam, sedangkan jus *Buavita* dan *Jungle Jus* dibeli di supermarket. Peralatan yang digunakan antara lain: pencatat waktu (*stop wacth*), timbangan, *pressure gauge*, termometer.

2.2. Metode Pengujian

Sebelum pengujian kinerja unit mesin pengolahan jus sirsak dilakukan, terlebih dahulu dipersiapkan buah sirsak yang sudah matang dengan tingkat kematangan seragam. Buah sirsak terlebih dahulu di-*blanching* dengan cara dikukus selama kurang lebih 5 menit dan setelah itu dikupas kulitnya. Buah yang telah dikupas kulitnya diproses dengan menggunakan *pulper* untuk memisahkan antara jus buah dengan biji dan ampasnya. Jus buah yang diperoleh ditambah air mineral dengan perbandingan 1: 3 (1 kg jus buah ditambah 3 liter air mineral). Cairan jus buah yang telah diencerkan kemudian ditambah dengan



Gambar 1. Desain Unit Mesin Pasteurisasi Tipe Kontinyu



Gambar 2. Prototipe Unit Mesin Pasteurisasi Tipe Kontinyu

bahan campuran lain seperti gula 0,5 kg (12,5%), asam sitrat 2 gram (500 ppm), potassium sorbat 2 gram (500 ppm), dan penstabil CMC 4 gram (1000 ppm) untuk setiap 4 kg larutan campuran daging buah sirsak dengan air. Agar tidak terjadi penggumpalan, penambahan CMC harus dicampur gula sebelum dimasukkan ke dalam larutan sari buah. Campuran larutan jus buah kemudian dimasukkan ke dalam tangki pencampur dan kemudian diaduk selama kurang lebih 10-15 menit agar bahan-bahan pencampur dapat larut secara merata. Proses pengadukan campuran larutan jus buah dilakukan secara mekanis dengan menggunakan *mixer* pada putaran 140 rpm. Setelah campuran larutan jus buah homogen, dilanjutkan dengan proses pasturisasi larutan jus buah. Proses pasturisasi jus buah dilakukan dengan menggunakan mesin pasteurisasi (*pasteurizer*) tipe kontinyu pada suhu 80 °C selama 5-10 menit. Kondisi operasi suhu pasteurisasi tersebut diatur dengan cara mengatur tekanan uap air pada tabung media pemanas sebesar 1,0-1,5 bar atau suhu uap air mencapai sekitar 110 °C dan derajat bukaan stop kran pada posisi $\frac{1}{2}$ bukaan guna mengatur debit aliran jus buah yang mengalir melalui pipa penukar panas.

Setelah tekanan uap air pada tabung media pemanas mencapai sekitar 1,0-1,5 bar, selanjutnya proses pasteurisasi jus buah dimulai. Jus buah di dalam tabung pencampur dialirkan ke dalam pipa penukar panas dengan cara membuka stop kran yang dipasang pada bagian ujung pipa penukar panas dan menghidupkan pompa. Selama melewati pipa penukar panas cairan jus dipanaskan sampai mencapai suhu 80 °C selama

kurang lebih 5-10 menit. Cairan jus yang keluar dari pipa penukar panas diukur suhunya.

Jus buah yang telah dipasturisasi kemudian ditampung ke dalam tabung penampung dan pengisi (*filler*), dan selanjutnya jus yang telah dipasteurisasi dikemas dalam kemasan cup plastik dan ditutup agar tidak terkontaminasi dengan mikroorganisme dari udara luar. Penutupan kemasan cup plastik dilakukan dengan menggunakan *cup sealer* satu per satu secara mekanis.

Pada setiap ulangan proses pasteurisasi jus sirsak dilakukan pengamatan terhadap parameter uji meliputi: a) suhu cairan jus sebelum dipasteurisasi, b) suhu jus keluar dari pipa penukar panas, c) waktu yang digunakan untuk proses pasteurisasi, d) suhu media pemanas (air), e) laju aliran cairan, f) bobot cairan jus sebelum dipasteurisasi, g) bobot cairan setelah dipasteurisasi, h) kualitas jus (warna, bau, rasa, kandungan vitamin C) setelah pasteurisasi, i) cemaran mikroba pada jus sebelum dan setelah dipasteurisasi.

Pengukuran suhu cairan jus dan suhu media pemanas (air) diukur dengan menggunakan *thermokopel* dan *data logger*. Pengukuran suhu cairan jus dilakukan sebelum dan setelah dipasteurisasi. Pengukuran tekanan uap air dilakukan pada saat proses pasteurisasi dilakukan, dengan menggunakan alat *pressure gauge*.

Waktu yang digunakan untuk proses pasturisasi diukur dengan cara mencatat waktu mulai dari jus dialirkan ke dalam pipa penukar panas sampai

cairan jus di dalam tangki pencampur telah keluar semua melalui pipa penukar panas. Total waktu yang diperlukan setiap kali proses pasteurisasi dicatat dengan menggunakan *stopwatch*.

Volume cairan jus baik sebelum dan setelah dipasteurisasi diukur dengan menimbang bobot jus dengan timbangan digital, dan selanjutnya dikonversi ke volume dengan cara membagi berat jenisnya.

$$V_m = \frac{W_m}{r_m} \quad (1)$$

Dimana, V_m adalah volume cairan jus (liter), W_m adalah bobot cairan jus (kg), dan r_m adalah berat jenis jus (kg/liter).

Laju aliran jus diukur dengan cara menampung volume jus yang keluar pada pipa pemanas selama periode waktu tertentu. Laju aliran larutan jus dihitung dengan persamaan (2).

$$Q = \frac{V_{mt}}{t} \quad (2)$$

Dimana, Q adalah laju aliran jus (liter/menit), V_{mt} adalah volume jus hasil penampungan selama waktu tertentu (liter), dan t adalah waktu untuk menampung jus (menit).

Kapasitas mesin pasturisasi dihitung dengan mengukur bobot jus yang dipasturisasi dan mencatat waktu total yang digunakan untuk proses pasturisasi, seperti dalam persamaan (3).

$$K_s = \frac{V_m}{t_t} \quad (3)$$

Dimana, K_s adalah kapasitas kerja mesin pasturisasi (liter/jam) dan t_t adalah waktu total untuk proses pasturisasi (jam).

2.3. Analisa Kualitas Jus Buah Sirsak

Jus buah sirsak yang telah dikemas kemudian disimpan di dalam lemari pendingin (*cold storage*) pada suhu sekitar 5 °C. Selama proses penyimpanan berlangsung dilakukan analisa kualitas jus sari buah. Analisa kualitas jus sari buah dilakukan dengan 2 (dua) metode yaitu analisa fisiko kimia dan organoleptik. Tujuan dari analisa kualitas produk adalah untuk melihat konsistensi kualitas produk selama penyimpanan. Pengamatan dilakukan selama 2 minggu, dan pengambilan sampel dilakukan pada hari ke 0, 7, dan 14 setelah penyimpanan.

Jus sari buah sirsak baik sebelum dan setelah dipasteurisasi serta selama penyimpanan dianalisa sesuai dengan SNI 01-2891-1992 meliputi warna, rasa, aroma, kandungan vitamin C, pH, total gula, total bakteri, dan cemaran logam. Pengujian kinerja unit mesin pasteurisasi jus sirsak dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Analisa kimia dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor, sedangkan analisa organoleptik dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, BBP Mektan. Jumlah kandungan mikroba pada jus dinyatakan dalam *colony forming unit* per mili liter (cfu/g).

Untuk menilai apakah jus sari buah sirsak dapat diterima oleh konsumen, maka sari buah sirsak diuji secara organoleptik dengan parameter uji meliputi rasa, aroma, dan warna. Penilaian terdiri dari 4 (empat) kriteria, yaitu :

- Sangat suka dengan skor 4
- Suka dengan skor 3
- Tidak suka dengan skor 2
- Sangat tidak suka dengan skor 1

Pengamatan uji organoleptik dilakukan setiap minggu sekali selama proses penyimpanan berlangsung.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

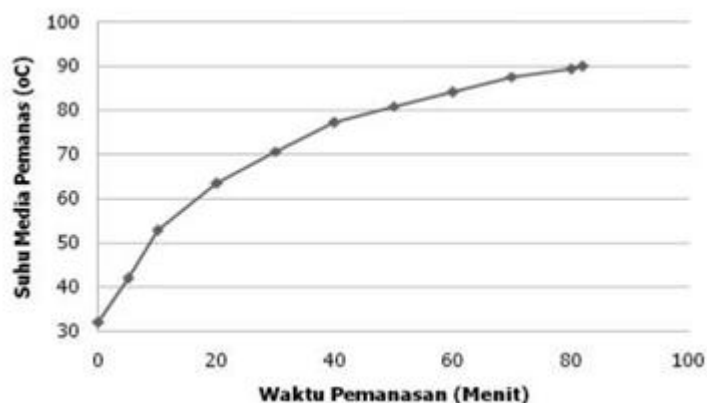
3.1. Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Suhu Media Pemanas (Air)

Media pemanas yang digunakan untuk memanaskan pipa penukar panas pada mesin pasteurisasi adalah air. Sebelum mesin pasteurisasi dapat digunakan untuk proses pemanasan atau pasteurisasi jus buah, maka media pemanas (air) yang ada di dalam tabung silinder pemanas harus dipanaskan terlebih dahulu. Pemanasan air dilakukan sampai tekanan uap air di dalam tabung silinder mencapai sekitar 1,0-1,5 bar. Perubahan suhu media pemanas (air) selama proses pemanasan berlangsung seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari pola perubahan suhu media pemanas (air) dalam tabung silinder dapat diketahui bahwa lama waktu pemanasan media air yang dibutuhkan adalah sekitar 90 menit atau 1,5 jam sebelum mesin tersebut siap dioperasikan untuk proses pasteurisasi. Jadi sebelum mesin tersebut digunakan untuk proses pasteurisasi, terlebih

Tabel 1. Pengaruh Buka-an Stop Kran Terhadap Debit Aliran Cairan

Ulangan	Debit Aliran (liter/jam)		
	Buka-an Penuh	Buka-an Setengah	Buka-an Seperempat
1	480	168	46,8
2	480	174	45,6
3	492	156	63,6
Rata-rata	484,0	166,0	52,0
STDEV	6,93	9,17	10,06
CV	1,43	5,52	19,35



Gambar 3. Perubahan Suhu Media Pemanas (Air) Selama Proses Pemanasan Berlangsung

dahulu dilakukan pemanasan media air selama sekitar 1,5 jam sampai dicapai tekanan uap air di dalam tabung silinder media pemanas mencapai 1,0-1,5 bar. Lama waktu pemanasan awal tersebut dipengaruhi oleh besar kecilnya nyala api dari kompor pemanas. Makin besar nyala api dari kompor pemanas maka lama waktu pemanasan makin cepat, dan demikian sebaliknya.

3.2. Pengaruh Buka-an Stop Kran Terhadap Debit Aliran Jus pada Pipa Penukar Panas (Pasteurisasi)

Debit aliran cairan jus yang dipompa dari tabung *mixer* ke dalam pipa penukar panas pada unit pasteurisasi tergantung pada besar kecilnya buka-an stop kran yang terdapat di ujung pengeluaran dari pipa penukar panas. Apabila buka-an stop kran pada ujung pipa penukar panas dibuka penuh, maka cairan yang dipompa dari tabung *mixer* akan disalurkan seluruhnya ke dalam pipa penukar panas dan kemudian dikeluarkan melalui lubang stop kran dan dimasukkan ke dalam tabung penampung. Namun jika lubang stop kran tidak dibuka secara penuh, maka cairan yang dipompa dari tabung *mixer* tidak seluruhnya disalurkan melalui lubang

pengeluaran pada stop kran sehingga ada cairan yang dialirkan melalui pipa limpasan (aliran balik ke tabung *mixer*). Dengan demikian besar kecilnya debit aliran cairan dari tabung *mixer* melalui pipa penukar panas dapat diatur melalui besar kecilnya buka-an stop kran pada pipa penukar panas. Pengaruh buka-an stop kran pada pipa penukar panas terhadap besarnya debit aliran cairan seperti disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa debit maksimum aliran cairan dari tabung *mixer* melalui pipa penukar panas dicapai pada buka-an kran penuh, dengan debit aliran sebesar 484,0 liter/jam. Pada buka-an stop kran seperempat dan setengah dihasilkan debit aliran masing-masing adalah 166,2 liter/jam dan 52,2 liter/jam. Besar kecilnya debit aliran cairan yang melalui pipa penukar panas berpengaruh terhadap suhu pasteurisasi yang dapat dicapai. Pada tekanan dan suhu media pemanas yang sama, makin besar debit aliran cairan yang mengalir melalui pipa penukar panas, maka suhu pasteurisasi yang dicapai akan makin menurun. Sebaliknya makin kecil debit aliran cairan yang mengalir melalui pipa penukar panas maka suhu pasteurisasi yang dihasilkan akan makin naik. Berdasarkan data tersebut maka untuk mencapai kapasitas pasteurisasi

sebesar 100 liter/jam, maka bukaan stop kran harus diatur pada posisi bukaan setengah. Dari hasil percobaan pendahuluan proses pasteurisasi yang dilakukan pada tekanan tabung media pemanas sebesar 1,0-1,5 bar dengan stop kran pada posisi bukaan 1/2 (debit aliran cairan 166 liter/jam) dihasilkan suhu pasteurisasi sebesar 80 °C. Hasil uji pendahuluan ini dijadikan dasar atau acuan dalam pengaturan proses pasteurisasi pada waktu pengujian kinerja mesin pasteurisasi selanjutnya. Jadi kondisi operasional pada proses pasteurisasi harus diatur pada tekanan tabung media pemanas sebesar minimal 1,0-1,5 bar dan bukaan stop kran diatur pada posisi bukaan 1/2.

3.3. Kinerja Unit Mesin Pasteurisasi (Pasteurizer)

Bahan uji berupa campuran bubur buah dan air serta bahan tambahan lain dicampur di dalam tabung mixer. Proses pencampuran dilakukan pada putaran poros pengaduk sebesar 140 rpm selama kurang lebih 10 menit sampai diperoleh campuran yang homogen. Parameter untuk mengetahui homogenitasnya larutan dilakukan dengan uji rasa dan tampilan fisiknya. Setelah diaduk selama 10 menit dan larutan sudah homogen, maka cairan dialirkan melalui pipa penukar panas pada unit pasteurisasi dengan cara dipompa. Proses pengadukan dilakukan secara terus menerus selama proses pasteurisasi berlangsung.

Proses pasteurisasi jus/sari buah sirsak dilakukan pada suhu 80 °C selama 10 menit. Untuk mencapai suhu pasteurisasi 80°C, maka air di dalam tabung pemanas harus dipanaskan sampai

tekanan uap air di dalam tabung mencapai sekitar 1,0-1,5 bar. Tekanan tersebut dicapai setelah pemanasan dilakukan selama kurang lebih 100 menit (1,67 jam). Panas yang dihasilkan pada media pemanas tersebut digunakan untuk memanaskan pipa penukar panas yang terdapat di dalam tabung media pemanas. Proses pasteurisasi dilakukan pada debit aliran cairan pada bukaan stop kran 1/2 (berdasarkan kondisi operasi hasil uji pendahuluan), untuk mencapai suhu pasteurisasi yang diinginkan.

Pengujian alat pasteurisasi dilakukan dengan menggunakan larutan campuran cairan jus buah sirsak sebanyak 80 liter. Untuk menghasilkan 80 liter larutan campuran cairan jus sirsak tersebut diperlukan bubur buah sirsak sebanyak 20 liter, air matang 60 liter, gula pasir 10 kg, asam sitrat 40 gram, asam sorbat 40 gram, dan CMC 80 gram. Campuran bahan tersebut diaduk dan dicampur di dalam tabung mixer. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan proses pasteurisasi. Hasil pengujian unjuk kerja unit alat pasteurisasi seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan data hasil unjuk kerja mesin pasteurisasi diketahui bahwa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pemanasan air di dalam tabung media pemanas sampai diperoleh tekanan uap air sebesar 1,0-1,5 bar adalah 100 menit (1,67 jam). Waktu yang dibutuhkan tersebut sebenarnya tergantung pada besar kecilnya nyala api dari kompor pemanas. Makin besar nyala apinya maka waktu pemanasan yang dibutuhkan makin cepat. Demikian sebaliknya makin kecil nyala api dari kompor maka waktu yang dibutuhkan makin lama. Kompor pemanas yang

Tabel 2. Hasil Uji Unjuk Kerja Unit Mesin Pasteurisasi

Parameter uji	Hasil	Satuan
Tekanan uap air pada tabung media air	1,0 – 1,5	bar
Lama pemanasan media pemanas (air)	100 ± 2,0	menit
Putaran poros pencampur/pengaduk	140 ± 1,0	rpm
Suhu awal cairan sari buah sirsak	40 ± 0,4	°C
Suhu pasteurisasi	80 ± 0,2	°C
Volume cairan jus sebelum pasteurisasi	80 ± 0,0	liter
Volume cairan jus setelah pasteurisasi	78 ± 0,3	liter
Rendemen jus sebelum dan setelah pasteurisasi	97,5 ± 0,3	%
Waktu untuk proses pasteurisasi	30 ± 0,4	menit
Kapasitas pasteurisasi	160 ± 1,0	l/jam
Konsumsi gas LPG	1,4 ± 0,1	kg/jam

digunakan pada unit alat pasteurisasi adalah kompor gas LPG yang dilengkapi dengan regulator gas tekanan tinggi (high pressure regulator). Pada pengujian ini konsumsi bahan bakar gas yang digunakan adalah 1,4 kg/jam.

Pada kondisi tekanan uap air 1,0-1,5 bar dan pengaturan bukaan aliran cairan jus pada bukaan stop kran $\frac{1}{2}$ dapat dihasilkan suhu pasteurisasi sebesar 80 °C. Untuk mempasteurisasi 80 liter cairan jus dibutuhkan waktu pasteurisasi selama 30 menit, sehingga kapasitas alat pasteurisasi adalah sebesar 160 liter/jam. Volume jus buah setelah dilakukan proses pasteurisasi adalah 78 liter, maka besarnya rendemen jus buah yang dihasilkan adalah sebesar 97,5 %.

Jus atau sari buah sirsak yang telah dipasteurisasi pada suhu 80 °C selama 10 menit, kemudian ditampung di dalam tabung penampung dan pengisi. Tabung penampung dilengkapi dengan dinding ganda dan diberi lapisan peredam panas (*double jacket*) agar suhu panas pada jus dapat dipertahankan lebih lama. Setelah suhu jus di dalam tabung penampung sudah setabil, maka jus dikeluarkan dan diisikan ke dalam cup plastik kemasan. Cup plastik kemasan setelah diisi dengan jus segera ditutup dengan plastik penutup dan kemudian direkatkan dengan *sealer*.

Sari buah yang sudah dimasukkan ke dalam gelas kemasan discaler dalam kondisi masih panas. Hal ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya pencemaran oleh bakteri maupun mikroorganisme lainnya sehingga produk akan menjadi lebih tahan lama disimpan. Dari hasil pengujian diketahui bahwa kapasitas sealer yang diperoleh sekitar 300 *cup*/jam, hal ini tergantung pada ketrampilan atau keahlian operator dalam mengoperasikan alat. Makin terampil

operatornya maka kapasitasnya akan makin besar, dan sebaliknya jika operatornya belum terampil maka kapasitasnya makin rendah.

3.4. Kualitas Jus/Sari Buah Sirsak

Berdasarkan hasil uji analisis fisiko kimia jus buah sirsak menunjukkan bahwa kandungan Total Padatan Terlarut (TPT) sebesar 15 °Brix dan pH cairan sebesar 4,5. Kandungan TPT jus buah sirsak selama proses penyimpanan 14 hari pada suhu penyimpanan 5 °C relatif tidak mengalami perubahan, dengan nilai TPT sekitar 15 °Brix. Sedangkan nilai pH jus buah selama penyimpanan pada suhu 5 °C selama 14 hari sedikit mengalami peningkatan dari 4,5 menjadi 5,2. Adapun kandungan vitamin C sebelum dan sesudah dipasteurisasi tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu sekitar 33,9 mg/100 g sampel. Hasil analisis fisiko kimia sari buah sirsak selengkapnya seperti disajikan pada Tabel 3.

Untuk kandungan total bakteri (TPC) selama proses penyimpanan juga sedikit mengalami peningkatan. Kandungan TPC pada waktu 0, 7, dan 14 hari setelah penyimpanan masing-masing adalah $4,8 \times 10^2$, $5,1 \times 10^2$, dan $1,9 \times 10^3$ cfu/g. Meskipun disimpan pada suhu dingin, namun kandungan bakteri pada jus buah sedikit mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena pada proses pasteurisasi tidak semua bakteri dimusnahkan atau dimatikan. Disamping itu pada proses pembuatan jus tersebut tidak digunakan atau ditambahkan bahan pengawet makanan. Dari jumlah kandungan bakteri yang ada pada jus tersebut dapat dikatakan masih relatif rendah dan aman untuk dikonsumsi, mengingat batas maksimal jumlah kandungan bakteri pada jus agar aman untuk dikonsumsi manusia adalah 1×10^4 cfu/g (SNI 7388-2009).

Tabel 3. Hasil Analisis Fisiko Kimia Sari Buah Sirsak

Hari ke-	Kimia							Fisik	
	TPC	Kapang (cfu/g)	Khamir (cfu/g)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	TPT (° Brix)	pH	Warna	Aroma
0	$4,8 \times 10^2$	< 10	< 10	0,63	0,29	15	4,5	Putih tulang, tidak ada endapan	khas buah sirsak
7	$5,1 \times 10^2$	< 10	< 10			15,2	4,5	Putih tulang, tidak ada endapan	khas buah sirsak
14	$1,9 \times 10^3$	< 10	< 10			15	5,2	Agak kecoklatan, tidak ada endapan	khas buah sirsak
21	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	15	5,3	Kecoklatan, tidak ada endapan	khas buah sirsak
28	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	Tdk diuji	15,2	5,4	Kecoklatan, tidak ada endapan	khas buah sirsak

Sedangkan untuk kandungan kapang dan khamir pada jus sirsak selama penyimpanan keduanya adalah kurang dari 10 cfu/g. Sedangkan kandungan berat logam Cu dan Pb masing-masing adalah 0,63 ppm dan 0,29 ppm. Jadi jus sari buah sirsak hasil pasteurisasi masih aman untuk dikonsumsi sampai umur simpan selama 2 minggu di ruang berpendingin.

Berdasarkan hasil uji organoleptik diketahui bahwa hasil pengolahan jus sirsak dari segi rasa dan kekentalan merupakan produk yang paling disukai baik pada umur penyimpanan 0, 7 maupun 14 hari. Sedangkan warna paling disukai hanya pada umur penyimpanan 0 hari selebihnya panelis lebih menyukai warna produk jus sirsak yang ada di pasaran.

Dari hasil pengamatan penginderaan (visual dan rasa) produk sari buah hasil pengolahan dengan unit mesin pasteurisasi yang dikembangkan dapat mencapai umur simpan 30 hari pada suhu pendingin karena pengolahannya tidak menggunakan bahan pengawet. Hasil ini hampir sama dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Maresca, *et al.* (2011) bahwa umur simpan minuman jus apel yang dipasteurisasi dengan menggunakan perlakuan *multi-pass high pressure homogenization* pada tekanan 150 MPa dapat mencapai 28 hari penyimpanan pada suhu dingin dengan mutu jusnya tetap dapat dipertahankan. Selanjutnya Sampedro *et al.* (2013) melaporkan bahwa umur simpan jus jeruk yang diberi perlakuan pasteurisasi dengan metode *pulsed electric fields* dapat mencapai 2 bulan pada penyimpanan suhu dingin, dengan jumlah mikroba lebih rendah dibandingkan dengan jus jeruk segar. Namun demikian umur simpan jus buah yang ada di pasaran dapat mencapai 6 bulan atau lebih karena di dalam proses pengolahannya menggunakan bahan pengawet.

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe unit mesin pasteurisasi jus sirsak tipe kontinyu memiliki kapasitas kerja optimum sebesar 160 l/jam untuk menghasilkan suhu pasteurisasi sebesar 80

°C dan tekanan uap air di dalam tabung media pemanas sekitar 1,0-1,5 bar dengan konsumsi bahan bakar gas LPG sebesar 1,4 kg/jam.

2. Jus buah sirsak yang dihasilkan memiliki kandungan TPC pada hari ke 0, 7, dan 14 penyimpanan berturut-turut adalah $4,8 \times 10^2$, $5,1 \times 10^2$, dan $1,9 \times 10^3$ cfu/g. Kandungan vitamin C, logam berat Cu dan Pb masing-masing adalah 33,9 mg/100 g, 0,63 ppm dan 0,29 ppm.
3. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa jus sirsak yang dihasilkan memiliki skor untuk rasa dan kekentalan lebih tinggi dibandingkan dengan jus sirsak yang telah dijual di pasaran.
4. Hasil pengamatan penginderaan (visual dan rasa) produk sari buah hasil pengolahan dengan unit alat pasteurisasi yang dikembangkan dapat mencapai umur simpan 30 hari pada penyimpanan suhu dingin (5 °C).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2016. Direktorat Jendral Hortikultura. Kementrian Pertanian.
- Ashurst P R. 1998. The Chemistry and Technology of Soft Drink and Fruit Juices. England: Sheffield Academic Press.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. SNI 7388-2009. Standar Nasional Indonesia.
- Maresca P, Donsi F, Ferrari G. 2011. Application of multi-pass high-pressure homogenization treatment for the pasteurization of fruit juices. Journal of Food Engineering. 104: 364-372.
- Prasetyorini, Moerfiah, Wardatun S, Rusli Z. 2014. Potensi antioksidan berbagai sediaan buah sirsak (*Annona Muricata Linn*). Penelitian Gizi dan Makanan. Vol. 37 (2): 137-144.
- Satuhu S. 1996. Penanganan dan Pengolahan Buah. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Sampedro F, Caloon M, Yee A W, Fan X, Zhang H Q, Geveke D J. 2013. Cost analysis of commercial pasteurization of orange juice by pulsed electric fields. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 17: 72-78.
- Suyatno. 2001. Studi Prototipe Alat Pasteurisasi Proses Penahanan (Holding) dengan Aliran Bahan Kontinyu untuk Inaktivasi Bakteri *Clostridium pasteurianum* dalam Sari Buah Tomat. Jurusan Teknologi Pertanian. FTP. Universitas Brawijaya. Malang.
- Tucker G S, Lambourne T, Adams, J B, Lach A. 2002. Application of a biochemical time-temperature integrator to estimate pasteurization values in continuous food process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 3: 165-174.
- Umme A, Asbi BA, Salmah Y, Junainah A H, Jamilah B. 1997. Characteristics of soursop natural puree and determination of optimum conditions for pasteurization. *J. Food Chemistry*. 58: 119-124.
- Umme A, Asbi BA, Salmah Y, Junainah AH, Jamilah B. 1997. Microbial and enzymatic changes in natural soursop puree during storage. *J. Food Chemistry*. 67: 315-322
- Unadi A, Setyadjit, Sukasih E. 2005. Rancang bangun mesin pasteurisasi puree. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

