

OPTIMISASI PROSES PENDINGINAN PUREE PADA INDUSTRI KECIL
MENENGAH PENGOLAHAN BUAH

Oleh

Hermawan¹, Fitria Dewi Sulistyono², Adriana Sari Aryani³, Legis Tsaniyah⁴

^{1,3}Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Pakuan

²Jurusan Farmasi, Universitas Pakuan

⁴Program Analis Kimia Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor

^{1,2,3}Jl. Pakuan No.1 Ciheuleut Bogor, telp/fax:0251-8375547

Email: ¹hermawan.taher@unpak.ac.id, ²fitria.sulistiyono@unpak.ac.id,
³adriana.aryani@gmail.com, ⁴legissania@gmail.com

Abstrak

Small and medium scale (SME's) puree processing industries generally do not yet have aseptic packaging technology, so they choose the hot filing packaging method. Hot purees that have been packaged in plastic bags must be cooled immediately to maintain the quality and nutritional value. In the 1000 kg puree production batch, the heat that must be discharged through the cooling process is 44,582.91 Kcal. The cooling process is transferring heat from the puree product to the cooling water media. The cooling process in the cooling tub is balanced by the time of pasteurization which is 10 minutes, so there is no bottleneck in the production system. The optimal heat transfer rate is 4,481.64 Kcal / minute to cooling water with a volume of at least 5.38 m³ for each ton of production batch. An optimal cooling time of 10 minutes can be achieved if the cooling bath is designed with a dimension of 8.4 meters long, 1.6 meters wide and 0.5 meters high. In this optimal condition, the cooling water in the tub is driven by the pump in the direction of the product flow at a 1.66 liter / second discharge.

Kata Kunci: *Puree, Optimization, Cooling Process, SME's Fruit Processing Industry*

PENDAHULUAN

Eksport buah Indonesia ke pasar dunia menurut Kementerian Perdagangan tumbuh rata-rata 4.5% sejak tahun 2014 hingga 2018. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika, ekspor buah-buahan Indonesia tumbuh 23,21% pada Juni 2020. Nilainya mencapai USD 430,4 juta atau setara Rp6,25 triliun. Produk olahan buah, termasuk sari buah, meningkat ekspornya 1.36 kali pada tahun 2017 dibandingkan 2013^[3]. Data Kementerian Perindustrian hingga tahun 2016 impor jus buah lebih banyak didominasi oleh buah-buahan bukan asli Indonesia seperti apel, *blackcurrant*, anggur, dan orange.

Kementerian Perindustrian telah menyusun strategi jangka panjang 2015-2025 dari pengembangan industri buah yang terintegrasi dengan bahan baku. Departemen

Perindustrian RI mencatat sejumlah permasalahan pada industri pengolahan buah yakni : a) bahan baku (kesinambungan pasokan, teknologi pasca panen, dan konsistensi mutu); b) produksi (rendahnya inovasi, sanitasi dan keamanan pangan, riset dan pengembangan, serta pengelolaan lingkungan industri); c) pemasaran; dan d) infrastruktur. Berbagai persoalan tersebut terutama ditemukan pada industri kecil dan menengah pengolahan buah-buahan.

Industri kecil dan menengah umumnya belum mampu memiliki teknologi *aseptic packaging*, sehingga memiliki kualitas yang relative kurang stabil. Proses pengemasan dilakukan dengan metoda *hot filing* untuk mengurangi kemungkinan kontaminasi mikroorganisme demi untuk mencegah pembusukan produk. Metoda *hot filing* tersebut

harus segera diikuti dengan pendinginan untuk menghindari kerusakan zat gizi dan vitamin akibat pemanasan yang terlalu lama.

Penelitian Shanty *et al.* menyarankan pendinginan berbagai produk pangan dalam bentuk pasta menggunakan *Scraped Surface Heat Exchanger* (SSHE). Pendingin jenis ini melakukan scraping secara sinambung untuk meratakan permukaan pemanasan dan mencegah pengerasan. Bahan yang didinginkan dialirkan dalam pipa yang didinginkan pada bagian luarnya. Sebelum proses pendinginan, Dewandari *et al* menggunakan plastik sebagai pengemas untuk melindungi produk terhadap cahaya, udara atau oksigen, perpindahan panas, kontaminasi, dan kontak dengan bahan-bahan kimia. Plastik juga dapat mengurangi kecenderungan bahan pangan kehilangan sejumlah air dan lemak. Namun demikian, pendinginan yang dilakukan Dewandari *et al* dilakukan secara cepat menggunakan nitrogen cair, sehingga biayanya menjadi lebih mahal.

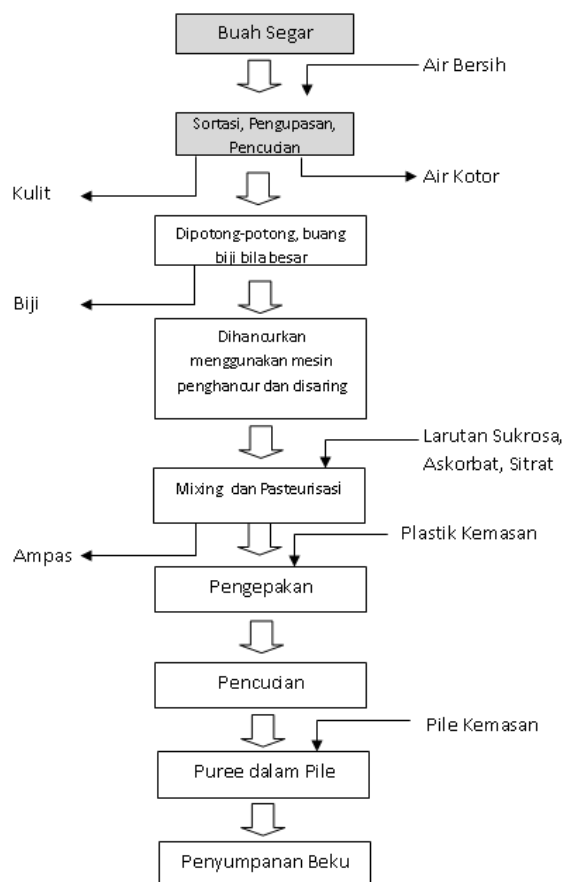
Proses pendinginan produk puree setelah dikemas, pada industry kecil dan menengah dilakukan menggunakan air dalam bak pendingin. Selain berfungsi sebagai pendingin, air tersebut juga digunakan untuk mencuci bagian luar kemasan plastik produk tersebut. Bak pendingin yang dipergunakan merupakan peralatan yang dirancang oleh pengrajin peralatan dalam negeri, dapat saja dibuat berukuran besar namun pasti dibatasi oleh ruang produksi.

Penelitian perancangan sistem pendinginan puree untuk industry kecil dan menengah ini bertujuan untuk menemukan kondisi terbaik disesuaikan dengan batch produksi. Sasaran penelitian adalah menemukan dimensi bak, laju pindah panas, waktu pendinginan, serta laju aliran air pendingin yang diperlukan.

LANDASAN TEORI

Produk *puree* diproduksi langsung dari buah murni dan merupakan produk olahan

primer buah yang banyak diperdagangkan antar negara *Puree* menjadi bahan baku produksi sirop dan minuman jus buah. Indonesia termasuk negara pengimpor **puree** buah yang cukup besar karena hasil produksi dalam negeri sangat kurang. Menurut Harahap *puree* adalah produk antara yang dapat diolah lebih lanjut menjadi aneka produk makanan dan minuman seperti jus, jelly, dodol dan es krim. Diagram alir proses produksi *Puree* secara ringkas disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pembuatan *Puree* di industri kecil-menengah

Buah segar ditimbangan dan dicuci terlebih dahulu, beberapa buah ada yang dikupas, dan adapula yang tidak perlu dikupas. Beberapa jenis buah seperti mangga dan sirsak misalnya, dibuang juga bagian bijinya sebelum proses lebih lanjut. Buah yang telah dikupas dan/atau dicuci lalu masuk ke mesin

penggilingan untuk digiling lebih halus. Hasil penggilingan tersebut disaring untuk mengambil sari buah (puree) sehingga bagian kasar dapat dipisahkan sebagai ampas. Dalam proses tidak ada penambahan air karena menurut Widaningrum *et al* dapat menjadi sumber bahaya pencemaran mikroorganisme seperti *Coliform*, *Vibrio cholera*, dan *Shigella* sp.

Puree hasil perasan dapat diberi tambahan larutan sukrosa sebagai penguat, serta asam sitrat sebagai vitamin C, dan asam askorbat. Menurut FAO gula dapat ditambahkan antara 12-14%. Sari buah tersebut diaduk dalam *mixer*, setelah itu dipanaskan sekitar 60-70°C untuk pasteurisasi selama 8-10 menit.

Puree yang telah dipasteurisasi lalu dialirkan ke dalam plastik kantong melalui selang dalam keadaan masih hangat. Plastik yang dipergunakan adalah *foodgrade*. Sebelum di-*seal* secara keseluruhan, disisakan lubang kecil untuk proses *vacuum*. *Vacuum* dilakukan untuk menarik ke luar oksigen dari sari buah yang telah dikemas agar mencegah proses oksidasi. Setelah itu keseluruhan plastik kemasan di-*seal* rapat. Kemasan yang dipergunakan berukuran 5 kg dan 10 kg.

Sari buah yang telah dikemas, dimasukkan ke dalam bak air yang berfungsi sebagai pendingin dan juga sebagai pencuci bagian luar plastic agar bersih dari sari buah. Pada saat pencucian tersebut juga dilakukan pemeriksaan untuk menjaga kemungkinan adanya *seal* yang bocor.

Produk yang telah dicuci dan tidak bocor lalu ditiriskan dan dimasukkan ke dalam ember (*pile*) plastik dan ditutup atasnya. Setelah dipak dalam *pile*, produk siap kirim tersebut disimpan terlebih dahulu pada *Cold Storage* dengan temperature -15°C.

METODE PENELITIAN

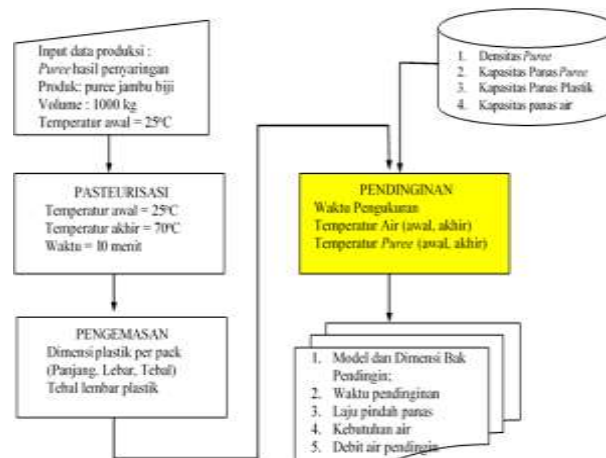
Material and Equipment

Bahan yang dipergunakan adalah puree jambu biji (*Psidium Guajava*) yang merupakan

proporsi produk terbesar dari industri kecil menengah di Indonesia. Peralatan yang dipergunakan adalah bak pengering yang dipergunakan di IKM.

Tahap Penelitian

Penelitian dilakukan di industry kecil dan menengah produsen puree berbagai macam jenis buah produksi dalam negeri. Tahapan penelitian diperlihatkan pada Gambar 2.

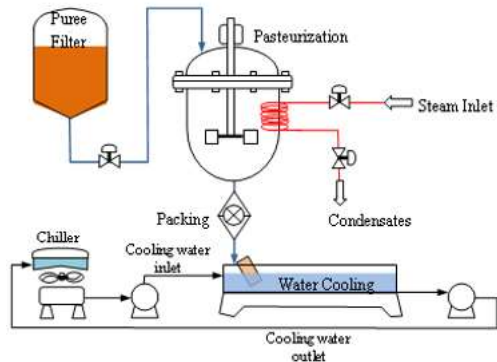


Gambar 2. Diagram alir tahapn penelitian

Pada satu batch produksi, dilakukan pengambilan data lengkap mulai dari pemerasan buah, pasteurisasi, pengisian dan pengemasan, hingga proses pendinginan. Data-data yang diambil adalah volume puree, temperatur pasteurisasi, ukuran kemasan, dan temperatur pendinginan. Batch produksi itu sendiri diambil untuk 5 hari produksi.

Rancangan Sistem Proses Pendinginan

Sistem proses pendinginan melibatkan sejumlah parameter proses pasteurisasi, pengemasan, pendinginan dan pendinginan air pendingin yang disirkulasikan. Proses tersebut saling berhubungan satu dengan lainnya sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3. Panas yang diterima puree dari steam pada proses pasteurisasi akan dibuang melalui proses pendinginan menggunakan air. Pada sistem ini, diasumsikan tidak terjadi pengurangan massa dan pengurangan panas dalam sistem.



Gambar 3. Diagram alir tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panas Akumulasi

Produksi puree per batch ditetapkan 1000 kg, lalu dipasteurisasi dari temperature awal 25°C menjadi temperature maksimum 70°C. Menurut FAO waktu pasteurisasi selama maksimum 10 menit dengan temperature maksimum 70°C. Kondisi pasteurisasi tersebut untuk membunuh mikroorganisme pada puree, di mana paling sering adalah bakteri *Salmonella* sp dan *E. coli*.

Notasi Q adalah panas yang terakumulasi di dalam *Puree*. Panas tersebut diperoleh dari pasteurisasi mulai dari temperature awal hingga temperature pasteurisasi 70°C, diperhitungkan sebagai panas pemanasan

$$\begin{aligned} Q_{\text{puree}} &= m_{\text{puree}} C_{p_{\text{puree}}} \cdot (T_2 - T_1) \quad (1) \\ &= 1000 \text{ kg} \cdot 0.9933 \text{ Kkal} (343 - 298) ^\circ\text{K} \\ &= 44,582.91 \text{ Kkal} = 177,652.29 \text{ BTU} \end{aligned}$$

Di mana:

Q_{puree} = adalah panas Juice

$C_{p_{\text{puree}}}$ = adalah kapasitas panas puree

m_{puree} = massa puree yang dipasteurisasi

T_2 = adalah temperature pasteurisasi

T_1 = adalah temperature awal puree

Puree dikemas dalam plastik ketebalan 1.2 mm dalam keadaan panas (hot filling) dengan temperatur 70°C. Pengemasan panas ditujukan untuk menghindari kemungkinan kontaminasi silang selama pengemasan. *Puree* dalam kemasan plastik tersebut tidak dapat dibiarkan dalam keadaan panas untuk waktu yang lama karena dapat merusak kandungan vitamin yang ada di dalamnya.

Kandungan Vitamin C pada sari buah terus menurun seiring dengan pertambahan waktu dan temperature pasteurisasi. Harapah bahkan menyarankan agar digunakan teknologi pendinginan cepat dengan menggunakan nitrogen cair. Namun pada kasus ini, pendinginan hanya dilakukan dengan air yang terlebih dahulu telah didinginkan dengan *Chiller* hingga 25°C.

Pendinginan

Pendinginan dilakukan dengan air dalam bak yang disirkulasikan. Air mengambil panas dari produk dan terus mengalir menuju *Chiller* dan digantikan dengan air baru. Karena produk dalam keadaan diam di dalam bak, maka air yang bergerak mendinginkan. Pada keadaan ini terjadi pindah panas secara konduksi dari dinding plastic kemasan kedalam air. Kondisi ini secara teori mengikuti aturan konduksi.

Bak pendingin yang tersedia diuji coba di industri terbuat dari aluminium galvanis dengan ukuran panjang 7 meter, lebar 1.5 meter dan tinggi 0.5 meter. Bak pendingin diisi dengan air hanya sekitar 2.88 m³ (80% tinggi). Luas bidang pendingin adalah 1.5 x 7 x 2 sisi = 21 m².

Puree yang telah selesai di-*vacuum* dalam kantong plastik berukuran masing-masing 5 kg, di masukkan ke dalam bak pendingin. Dengan asumsi tidak ada kehilangan bahan *puree*, maka per *batch* pasteurisasi menghasilkan 200 *pack puree*. Ukuran per *pack* 25x25x7 cm. Luas bidang untuk *puree* = 25 cm x 25 cm x 200 *pack* = 12.5 m². Dengan demikian, dalam pendinginan ada beberapa bagian yang bertumpuk dalam bak pendingin, akan tetapi panas juga berpindah ke dalam air pada bagian tepi plastik *puree*. Bahkan luas bidang pindah panas pada bagian tepi plastik kemasan *puree* secara keseluruhan dapat mencapai 2.6 m²

Panas yang harus dipindahkan untuk pendinginan *puree* dihitung untuk produksi 1 Ton. Kapasitas panas jenis *puree* adalah 0.9933 Kkalori. Temperatur pasteurisasi 70°C dan

temperatur awal *puree* diasumsikan 25°C Panas dipindahkan ke air pendingin melalui dinding kemasan plastik. Ketebalan plastik adalah 1.2 mm atau 0.0039 ft dengan kapasitas panas jenis /daya hantar panas 0.18 BTU/ft °F Jam. maka perpindahan panas dari *puree* ke dalam air melalui dinding plastik adalah

$$Q_{\text{puree}} = k_{\text{plastik}} \cdot A \cdot t \cdot \Delta T / l \quad (2)$$

Di mana:

Q_{puree} adalah panas yang akan dipindahkan 177,652.29 BTU

k_{plastik} adalah daya hantar panas plastik

A adalah luas area pemindahan panas

t adalah waktu

l tebal plastik

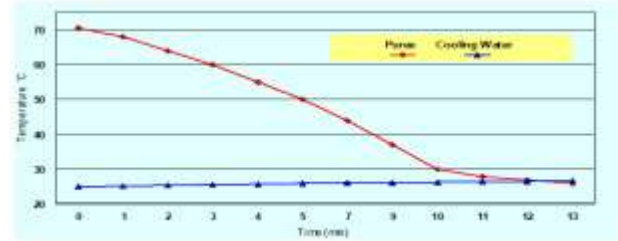
ΔT adalah selisih temperatur *puree* dengan temperatur air pendingin.

Air pendingin telah melalui *Chiller* sehingga temperaturnya mencapai 25°C. Sementara luas pindah panas dianggap seluas alas bak pendingin 10.5 m² atau 113.02 ft². Dengan demikian dapat diperkirakan lama waktu pendinginan (t)

$$257.277,43 \text{ BTU} = 0.18 \text{ BTU/ft } ^\circ\text{F Jam} \cdot x \cdot 226.04 \text{ ft}^2 \cdot t \cdot (189-72) ^\circ\text{F} / 0.0039 \text{ ft}$$

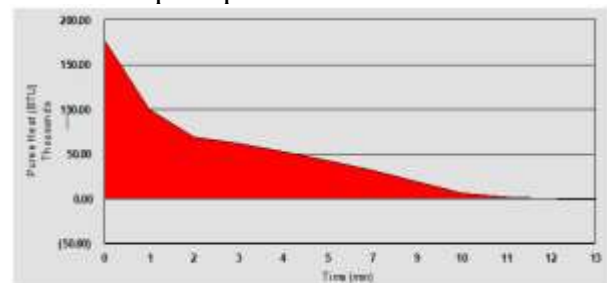
Jadi $t = 0.21 \text{ jam} = 12.73 \text{ menit}$.

Pengukuran perubahan temperatur dalam proses pendinginan dilakukan secara acak terhadap *puree* jambu merah (guava) yang sedang didinginkan menghasilkan data sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4. Laju penurunan temperatur *puree* sangat cepat dari awal masuknya *puree* panas ke dalam air hingga menit ke 10, setelah itu terjadi keseimbangan temperatur. Setelah sepuluh menit pendinginan sudah tidak efektif lagi karena temperatur air pendingin telah menjadi lebih hangat. Penelitian D'Addio *et al.*^[16] memperlihatkan bahwa air pendingin yang keluar dari tabung pasteurisasi mencapai 31.5°C



Gambar 4. Grafik perubahan temperatur *puree* dan air pendingin terhadap waktu

Dengan menggunakan data pengukuran temperatur tersebut pada Gambar 4, dihitung penurunan panas *puree* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5. Panas yang dibuang dari *puree* akan mencapai kondisi optimal pada menit ke 10-12, waktu yang setara dengan proses tahapan sebelumnya yakni pasteurisasi^[12] sehingga mencegah terjadinya Botte neck pada produksi.



Gambar 5. Pelepasan panas *puree* ke dalam air sebagai fungsi waktu pendinginan

Kebutuhan Air Pendingin

Telah dihitung volume bak pendingin adalah $7 \times 1.5 \times 0.5 = 5.25 \text{ m}^3$. Pada prakteknya hanya diisi 80% air pendingin atau 4.2 m³.

Waktu pemindahan panas dari *puree* ke dalam air di bak pendingin adalah 12.73 menit atau 0.21 jam, maka laju pindah panas ke dalam air adalah $177,652.29 \text{ BTU} / 0.21 \text{ jam} = 837,106.30 \text{ BTU/jam}$ atau 3,501.28 KKal/menit. Dengan demikian kebutuhan air pendingin dapat diperkirakan

$$\Delta Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} C_{p_{\text{air}}} \cdot (T_3 - T_4) \quad (3)$$

$$3,501.28 \text{ KKal/menit} = m_{\text{air}} \times 1 \times (343 - 298) ^\circ\text{K}$$

$$m_{\text{air}} = 77.81 \text{ Kg/menit} \text{ atau } 1.30 \text{ liter/detik}$$

Di mana:

ΔQ_{air} adalah laju panas yang diterima air

m_{air} adalah massa air pendingin

$C_{p_{\text{air}}}$ adalah kapasitas panas air

T₃ adalah temperature puree setelah pasteurisasi

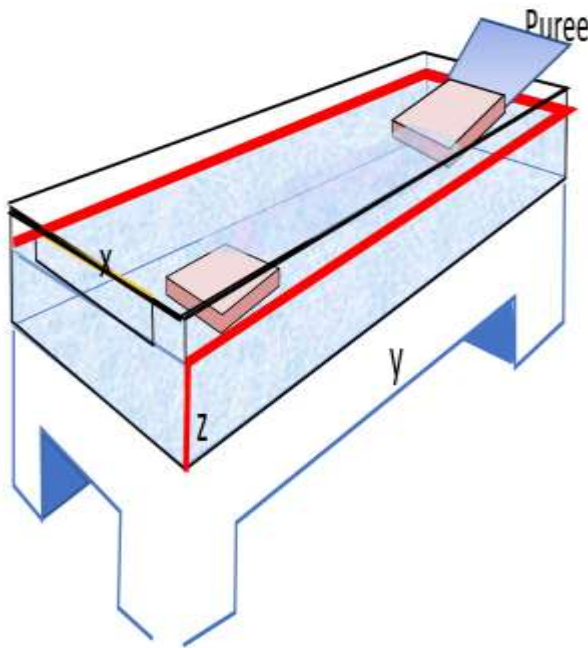
T₄ adalah temperature awal air pendingin.

Disain Bak Pendingin

Bak pendingin yang tersedia untuk uji coba di industry pada penelitian ini dengan dimensi panjang (y) 7 meter, lebar (x) 1.5meter dan tinggi (z) 0.5meter telah dihitung mampu mendinginkan satu *batch* produksi selama 12.73 menit.

Kondisi tersebut tidak dapat mengimbangi waktu pasteurisasi yang maksimum hanya 10 menit, artinya akan terjadi *bottle neck* pada proses produksi. Keseimbangan kapasitas produksi setiap unit proses diperlukan untuk menjaga produktifitas pabrik secara keseluruhan.

Pencarian secara numerik terhadap dimensi bak pendingin, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6, dilakukan untuk menemukan dimensi optimal. Pencarian tersebut dihentikan pada saat waktu pendinginan mencapai titik maksimal 10 menit. Proses pencarian diperlihatkan sebagaimana Tabel 1.



Gambar 6. Disain dimensi bak pendingin puree

Tabel 1. Pencarian secara numerik terhadap dimensi optimal bak pendingin

No	Dimensi Bak Pendingin			Pindah Panas (Kkal/menit)	Waktu Pendinginan (Menit)	Volume air Pendinginan (M ³)	Debit Air Pendingin (lir/detik)
	Panjang (meter)	Lebar (Meter)	Tinggi (Meter)				
1	7.0	1.5	0.5	3,503.28	12.73	4.20	1.30
2	7.5	1.5	0.5	3,751.37	11.88	4.50	1.39
3	8.0	1.5	0.5	4,003.46	11.14	4.80	1.48
4	8.5	1.5	0.5	4,251.56	10.49	5.10	1.57
5	9.0	1.5	0.5	4,501.65	9.90	5.40	1.67
6	8.5	1.6	0.5	4,534.99	9.83	5.44	1.68
7	8.4	1.6	0.5	4,481.64	9.95	5.38	1.66

Dari Tabel 1 dapat dicermati bahwa dimensi terkecil bak pendingin yang masih dapat memenuhi lama proses pendinginan mengimbangi lama proses pasteurisasi adalah panjang (y) 8.4 meter, lebar (x) 1.6meter dan tinggi (z) 05 meter. Pada kondisi tersebut diperlukan pompa air dengan debit 1.66 liter/detik secara searah dengan masuknya produk.

PENUTUP

Kesimpulan

Proses pasteurisasi diperlukan untuk membunuh mikroorganismen dalam puree, dengan memanaskan puree selama 10 menit pada temperature 70°C. Pada industri kecil dan menengah, belum memiliki sistem *aseptic packaging*, sehingga pengemasan produk dilakukan secara *hot filling*, yakni dimasukkan dalam keadaan panas ke dalam kantong plastic. *Puree* yang telah dikemas dalam kantong plastic harus segera didinginkan untuk mempertahankan nilai gizinya. Pada batch produksi 1000 kg, panas yang harus dibuang pada proses pendinginan adalah sebesar 44,582.91 KKal.

Proses pendinginan adalah memindahkan panas dari produk *puree* ke media air pendingin. Proses pendinginan pada bak pendingin diseimbangkan waktunya dengan lama pasteurisasi agar tidak terjadi *bottleneck* dalam sistem produksi. Laju pindah panas optimal adalah 4,481.64 KKal/menit kedalam air pendingin dengan volume sekurang-kurangnya 5.38 m³ untuk setiap batch produksi.

Waktu pendinginan optimal 10 menit dapat dicapai apabila bak pendingin didisain dengan dimensi panjang 8.4 meter, lebar

1.6meter dan tinggi 0.5 meter. Air pendingin di dalam bak tersebut digerakkan pompa searah dengan aliran produk pada debit 1.66 liter/detik.

Saran

Penelitian lebih lanjut terhadap pengendalian proses pendinginan pada produksi minuman jus buah masih dapat dikembangkan, baik untuk tujuan pengendalian proses, sistem otomasi kendali proses, ataupun untuk perumusan standardisasi prosesnya.

TERIMA KASIH

Kepada LPPM Universitas Pakuan Bogor, Sekolah Vokasi IPB, dan PT Zio Nutri Prima yang telah mendukung dan memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perdagangan RI. 2019. Statistik Ekspor-Impor Komoditas NonMigas 2018. Pusat data dan informasi Perdagangan, Jakarta
- [2] Badan Pusat Statistik. 2021. Data Statistik Ekspor-Import. Publikasi Terbatas Tahun 2020.
- [3] Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Buah-Buahan Dan Sayuran Tahunan Indonesia Tahun 2017.
- [4] Kementerian Perindustrian RI. 2018. Data impor produk sari buah Tahun 2017, Pusdatin Kemenperin RI, Jakarta.
- [5] Departemen Perindustrian. 2009. Roadmap Industri Pengolahan Buah. Direktorat Jenderal Industri Agro Dan Kimia Departemen Perindustrian, Jakarta.
- [6] Hermawan, Z.F. Ikatrinasari, S. Hasibuan, dan A.S. Aryani. 2019. Environmental Burden Optimization in Distribution Pathways for Fruit Juice Product of Small Medium Enterprises Industry. *Inter. J. Recent Technol. Eng.* (IJRTE) 8(2S7); 42-47
- [7] Shanty, V., P. Agarwal, and A. Srikand. 2013. Application of Heat Exchangers in Bioprocess Industry: A Review. *Inter J. Pharmacy & Pharmaceutical Sci.* 6:1.Pp. 24-28.
- [8] Dewandari, K.T, I. Mulyawanti, and D.Amiarsi. 2009. Pembekuan Cepat Puree Mangga Arumanis dan Karakteristiknya Selama Penyimpanan. *J. Pascapanen* 6(1); pp. 27-33
- [9] Hermawan Thaheer Dan Sawarni H. 2014. Analisis Keseimbangan Bahan Pada Kaji Awal Lingkungan, Perencanaan Sistem Manajemen Lingkungan Iso 14001:2004 Industri Minuman Sari Buah. Prosiding Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference*, Surakarta 20 Mei 2014. Isbn 978-602-70259-2-9
- [10] Harahap, S.E. 2015. Proses Pendinginan Cepat Sari Buah. *MEDANBISNIS Daily*. [Http://Www.Mdn.Biz.Id/N/171850/](http://Www.Mdn.Biz.Id/N/171850/) Diakses 16 Agustus 2019
- [11] Widaningrum, I. Mulyawanti, Dan Setyadjit. 2007. Studi HACCP Pada Proses Produksi Bubur Buah (*Puree*) Mangga Sala Pilot. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pasca Panen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Halaman 1030-1042
- [12] FAO. 2010. Fruit Juice. Inpho-FAO, Rome
- [13] Bates, R.P., J.R. Morris, And P.G. Crandall. 2001. Principles And Practises Of Small-And Medium-Scale Fruit Juice Processing. *Fao Agricultural Service Bulletin*, Rome
- [14] Kusuma, H.R., T. Ingewati, N. Indraswati, Dan Martina. 2007. Pengaruh Pasteurisasi Terhadap Kualitas Jus Jeruk Pacitan. *Widya Teknik* Vol. 6 No. 2, Hal. 142-151.
- [15] D'Addio, L., F.Di Natale, A. Budelli, and R. Nigro. 2014. CFD Simulation for the pasteurization of fruit puree with pieces. *Chem.Eng.Transac*, The Italian

Association of Chemical Engineering
Vol. 39

- [16] O'neil, C. E., And T.A. Nicklas. 2008. A Review Of The Relationship Between 100% Fruit Juice Consumption And Weight In Children And Adolescents. *American Journal Of Lifestyle Medicine*. Vol 2, Pgs. 315-354.
- [17] Maflahah. I. Mavhfud, Dan F. Udin. 2012. Model Penunjang Keputusan Jadwal Produksi Jus Buah Segar. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 13, No. 1, Februari 2012. Hal. 51–59.