

Aplikasi Metoda *Foam-Mat Drying* Pada Proses Pengerinan Tomat Menggunakan *Tray Dryer*

Tri Hariyadi^{1,2}

¹Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung – Sumedang Km. 21 Jatinangor 45363

²Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung, Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40012
E-mail : tri.hariyadi@polban.ac.id

ABSTRAK

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) setelah panen mudah rusak karena memiliki kandungan air yang tinggi. dengan pengeringan. Pengeringan, sebagai salah satu cara untuk mengeluarkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan, dilakukan dengan metoda *foam-mat drying* menggunakan alat pengering tipe *tray dryer* karena pengeringan lebih cepat, prosesnya sederhana dan biaya operasi relatif murah. Penelitian ini mempelajari kadar air, kadar vitamin C dan aktivitas antioksidan produk pengeringan tomat dengan metoda *foam-mat drying* menggunakan *tray dryer* dengan variasi tebal pasta, suhu pengeringan dan penambahan *foaming agent*. Mula-mula tomat diblender kemudian dibuat konsentrat dengan cara dipisahkan dari ampasnya dengan ayakan berukuran 60 mesh, selanjutnya dicampurkan 5%berat *dextrin* yang berfungsi sebagai *foam stabilizer* dan ditambahkan *foaming agent tween 80* atau *egg white* sebanyak 5%berat. Campuran dilakukan pembuihan dengan cara diblender kembali selama 10 menit. Pengeringan dilakukan pada tebal pasta tomat 2 mm atau 4 mm. *Tray dryer* dialiri udara panas pada suhu 40, 50, 60 atau 70 °C dengan laju 2,0 m/detik. Berat sampel diukur setiap 5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil terbaik menggunakan *foaming agent tween 80* pada suhu pengeringan 50°C, tebal pasta 4 mm dengan produk serbuk tomat mengandung kadar air 8,73%, kadar vitamin C 1,29%, kadar antioksidan 52,26%.

Kata Kunci : foam-mat drying, pengeringan, tomat,, tray dryer

1. PENDAHULUAN

Produksi dan kebutuhan konsumsi tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cukup stabil, namun pada saat panen raya harga yang dipatok pedagang cukup rendah, sehingga menyulitkan petani untuk memperoleh keuntungan yang wajar. Buah tomat termasuk bahan pangan yang mudah rusak, sehingga saat panen raya, produksi melimpah yang menyebabkan posisi tawar petani rendah di hadapan pedagang. Diperlukan upaya pengolahan untuk menjaga kualitas buah dan memperpanjang umur simpan, agar pada saat panen raya, buah tomat tidak harus langsung dijual dengan harga rendah.

Propinsi Jawa Barat merupakan produsen tomat terbesar di seluruh Indonesia dengan produksi tomat pada tahun 2016 sebanyak 278.394 ton, dan tahun 2017 sebesar 295.321 ton atau pada tahun 2017 kontribusi sebesar 30,67% dari produksi nasional yang sebesar 962.845 ton[1]. Propinsi dengan produksi tomat terbanyak

berikutnya adalah Sumatera Barat sebesar 10,52% dan Sumatera Utara sebesar 10,11%. Pemerintah propinsi Jawa Barat perlu berupaya untuk mengatur sistem pengelolaan pasca panen buah tomat agar petani dapat menikmati keuntungan yang wajar dari panen buah tomat tersebut.

Penyebab kerusakan bahan pangan setelah panen yang paling dominan adalah kandungan air dalam bahan pangan. Kandungan air pada tomat sangat tinggi, yang menyebabkan tomat mudah rusak akibat aktivitas biologis secara kimiawi dan biokimia yang tetap berlangsung setelah panen. Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan air pada tomat segar sebesar 94,5 %, mengandung antioksidan kuat likopen sebesar 42,95 µg.g⁻¹, dan kandungan β-karoten sebesar 45,51 µg.g⁻¹ dan [2].

Tabel 1. Komposisi tomat segar

pH	4,27 ± 0,01
----	-------------

Kadar air (%)	94,50 ± 0,09
β-karoten (µg.g ⁻¹)	45,51 ± 0,15
Likopen (µg.g ⁻¹)	42,95 ± 0,31
Keasaman (g/100 g)	5,80 ± 0,02
Karbohidrat (%)	3,94 ± 0,06
Protein (%)	1,00 ± 0,03
Abu (%)	0,53 ± 0,19
Asam lemak total (%)	0,03 ± 0,01

Salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan suatu produk pangan adalah dengan cara pengawetan makanan. Cara pengawetan makanan yang umum dilakukan adalah dengan pengeringan, yaitu dengan cara mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan dengan menggunakan energi panas. Pengeringan dapat menurunkan kadar air tomat segar sebesar 78% dari kadar air mula-mula[2]. Penggunaan metode pengeringan memberikan keuntungan biaya proses lebih murah, tenaga yang diperlukan lebih sedikit, peralatan pengolahan tidak terlalu kompleks, kebutuhan penyimpanan untuk bahan pangan kering minimal, juga bahan menjadi lebih awet dengan volume bahan lebih kecil dan berat bahan berkurang sehingga menghemat ruang untuk mempermudah pengangkutan dan pengepakan, dengan demikian diharapkan biaya produksi menjadi lebih murah [3].

Teknologi yang digunakan untuk pembuatan produk pangan biasanya menggunakan peralatan yang canggih seperti *spray dryer*, namun demikian peralatan tersebut membutuhkan waktu pengeringan yang lama dan biaya investasi yang cukup mahal. Diperlukan upaya pengeringan menggunakan teknologi yang lebih sederhana, yaitu menggunakan alat pengering buatan tipe *tray dryer* dengan metoda pengering busa (*foam-mat drying*).

Pengeringan busa digunakan untuk mengeringkan bahan pangan yang sebelumnya telah dijadikan busa terlebih dahulu dengan cara memberikan zat pembuih. Busa menciptakan permukaan yang lebih luas, sehingga memungkinkan penggunaan suhu pengeringan yang lebih rendah dan mempercepat pengeluaran air. Keunggulan metode *foam-mat drying* adalah adanya lapisan busa akan membuat pengeringan lebih cepat, karena pada bahan yang sama cairan lebih mudah bergerak melalui struktur busa dari pada melalui lapisan

padat. Semakin banyak konsentrasi busa akan meningkatkan luas permukaan dan memberi struktur berpori pada bahan sehingga memungkinkan terjadinya pemanasan di semua bagian sehingga proses penguapan air dari bahan lebih cepat.

Keuntungan pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying* adalah dengan terbentuknya busa maka penyerapan air lebih mudah dalam proses pengocokan dan pencampuran sebelum dikeringkan, suhu pengeringan tidak terlalu tinggi yaitu berkisar antara 50 sampai 80 °C[4]. Hasil produk mempunyai kepadatan yang rendah dan kadar air berkisar antara 2 - 4 % dengan kualitas warna dan rasa cukup bagus karena dipengaruhi suhu penguapan yang tidak terlalu tinggi sehingga warna produk tidak rusak, zat aroma dan rasa tidak banyak yang hilang, produk yang dihasilkan juga lebih stabil selama proses penyimpanan sehingga umur produk akan lebih tahan lama. Biaya jauh lebih murah karena energi yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih kecil [5]. Pengeringan dengan metode *foam-mat drying* memberikan produk makanan yang mempunyai ciri khas, yaitu memiliki struktur remah, mudah menyerap air dan mudah larut dalam air. Tahap pada pengeringan busa adalah penyiapan larutan konsentrat, kemudian ditambahkan *foam stabilizer* dan *foaming agent* agar konsentrat berubah menjadi busa yang stabil, membuat busa tersebut dalam bentuk lapisan yang dapat kontak dengan fluida panas sehingga terhidrasi, dan sehingga konsentrat tersebut berubah dalam bentuk serbuk yang mudah dilarutkan dalam air [6][7].

Dikenal *egg white* (putih telur) sebagai *foaming agent* alami dan yang dikenal sebagai *foaming agent* sintetik, adalah *tween 80*, sedangkan sebagai *foam stabilizer* adalah *dextrin*. *Tween 80* dikenal luas sebagai salah satu pengemulsi sintetik. *Tween 80* dalam konsentrasi tertentu juga dapat berfungsi sebagai pendorong pembentukan *foam*[5]. Mekanisme terbentuknya busa telur adalah terbukanya ikatan-ikatan dalam molekul protein sehingga rantai protein menjadi lebih panjang, kemudian udara masuk dan tertahan sehingga terjadi pengembangan volume[8]. *Dextrin* mudah larut dalam air, lebih cepat terdispersi, tidak kental serta lebih stabil dari pada pati, sebagai pembawa bahan pangan yang aktif seperti bahan flavor, pewarna dan remah yang memerlukan sifat mudah larut

ketika ditambahkan air serta sebagai bahan pengisi karena dapat meningkatkan berat produk dalam bentuk bubuk [5].

Metoda *foam-mat drying* telah diterapkan pada proses pengeringan buah mangga[4]. Kondisi terbaik yang diperoleh adalah komposisi *foaming agent* putih telur 10%, *foam stabilizer* menggunakan *methyl cellulosa* 0,5% dengan ketebalan 1 mm dan suhu pengeringan 60 °C. Pengeringan metoda *foam mat drying* lebih cepat 40 menit dibandingkan dengan pengeringan tanpa *foam*. Pengeringan *foam mat drying* pada spirulina terbaik dilakukan pada komposisi *foam agent* putih telur 2,5% dan *foam stabilizer (metal cellulose)* 0,5% dengan ketebalan lapisan bahan yang dikeringkan 1 mm dan suhu operasi pengeringan 60 °C[9].

Berdasarkan keunggulan yang disebutkan oleh beberapa peneliti terdahulu bahwa *foam-mat drying* cocok untuk bahan yang tidak tahan panas, kandungan senyawa nutrisi yang mudah rusak, sensitif dan mudah terhidrolisis, maka metode pengeringan *foam-mat drying* diterapkan untuk pengeringan tomat, mengingat karakteristik tomat dan potensi tomat sangat baik di Indonesia, khususnya di Jawa Barat. Penelitian ini mempelajari aplikasi *foam-mat drying* pada proses pengeringan tomat menggunakan *tray dryer* dengan membandingkan dua jenis *foaming agent* yaitu *tween 80* sebagai *foaming agent* sintetik dan *egg white* sebagai *foaming agent* alami dengan penambahan *dextrin* sebagai *foam stabilizer*.

2. METODOLOGI

Bahan baku utama adalah buah tomat varietas Amala 474 segar dengan warna merah merata, bentuk dan ukuran relatif sama. Bahan baku pendukung berupa *foaming agent tween 80* dan *egg white powder*, serta *foam stabilizer* berupa *dextrin*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung menggunakan peralatan utama *Tray Dryer*, sebagaimana terlihat pada Gambar 1, dilengkapi termometer untuk mengukur suhu udara masuk dan keluar, humidimeter yang berfungsi untuk mengukur kelembaban udara masuk dan keluar, anemometer untuk mengukur laju udara pengering, juga neraca yang berfungsi untuk

mengukur berat sampel[10]. Peralatan pendukung yang digunakan berupa pisau, *mixer*, *grinder*, timbangan analitik, pisau, dan *shieve shaker*.



Gambar 1. Rangkaian alat *tray dryer*

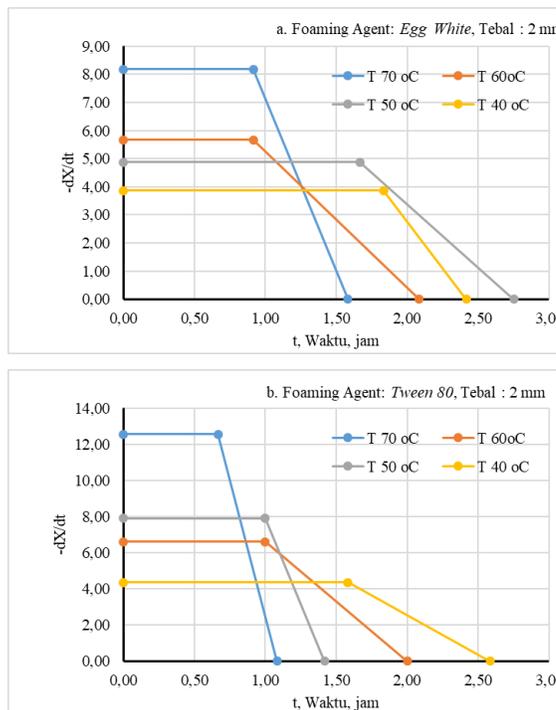
Di dalam penelitian ini, mula-mula tomat diblender kemudian dibuat konsentrat dengan cara dipisahkan dari ampasnya dengan ayakan berukuran 60 *mesh*, selanjutnya dicampurkan 5%berat *dextrin* yang berfungsi sebagai *foam stabilizer* dan ditambahkan *foaming agent tween 80* atau *egg white* sebanyak 5%berat. tomat yang biji dan ampasnya dipisahkan dengan ayakan berukuran 60 *mesh*, dicampurkan *foaming agent egg white* dan *dextrin* masing-masing sebanyak 5% berat[7]. Campuran kemudian dilakukan proses pembuihan menggunakan *mixer philips* selama 10 menit. *Tray dryer* dialiri udara panas pada variasi suhu 40, 50, 60 atau 70 °C dengan laju 2,0 m/detik. Tebal pasta tomat yang dikeringkan 2 mm atau 4 mm. Berat sampel diukur setiap 5 menit. Dengan cara yang sama, dilakukan penelitian menggunakan *foaming agent* sintesis *tween 80* dengan konsentrasi 5% berat.

Produk berupa lempengan tomat kemudian dibuat serbuk dengan proses penggilingan menggunakan *grinder* untuk selanjutnya diayak menggunakan *shieve shaker*. Produk serbuk tomat diambil dari hasil pengayakan yang lolos pada ayakan 60 *mesh*. Kualitas bahan baku tomat segar dan produk serbuk tomat yang dihasilkan ditentukan berdasarkan kadar air, kadar Vitamin dan kadar antioksidan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Suhu Pengeringan dan *Foaming Agent* terhadap Perubahan Kadar Air Sampel

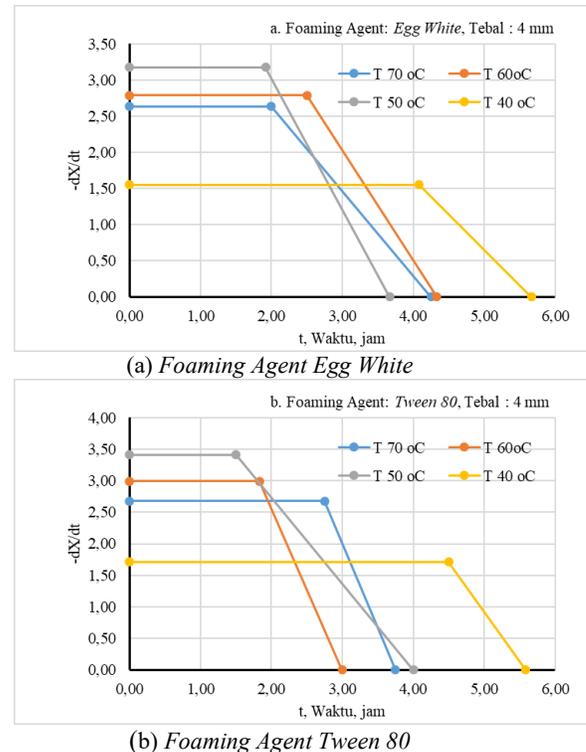
Pada gambar 2.a dan 2.b terlihat bahwa pada operasi pengeringan dengan ketebalan pasta 2 mm, perubahan kadar air sampel paling cepat tercapai pada suhu operasi pengeringan 70 °C, bila menggunakan *foaming agent egg white* sebesar 8,18 kg/jam dalam jangka waktu pengeringan 0,92 jam, sedangkan untuk operasi pengeringan menggunakan *foaming agent tween 80* perubahan kadar air sampel lebih cepat, yaitu sebesar 12,56 kg/jam dalam jangka waktu pengeringan yang lebih singkat, yaitu 0,67 jam. Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa operasi pengeringan menggunakan foaming agent tween 80 sangat efektif pada suhu 50 °C[11].



Gambar 2. Grafik perubahan kadar air sampel terhadap waktu pengeringan, tebal pasta 2 mm

Pada gambar 3.a dan 3.b terlihat bahwa pada operasi pengeringan dengan ketebalan pasta 4 mm, perubahan kadar air sampel tertinggi tercapai pada suhu operasi pengeringan 50 °C, bila menggunakan *foaming agent egg white* yaitu sebesar 3,18 kg/jam dalam jangka waktu

pengeringan 1,92 jam, sedangkan untuk operasi pengeringan menggunakan *foaming agent tween 80* lebih tinggi yaitu sebesar 3,41 kg/jam dalam jangka waktu pengeringan lebih pendek, yaitu 1,50 jam. Data penelitian tersebut menguatkan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa untuk operasi pengeringan dengan ketebalan cake 4 mm, *foaming agent tween 80* dapat digantikan oleh *egg white powder*, sebagai foaming agent alami[11].



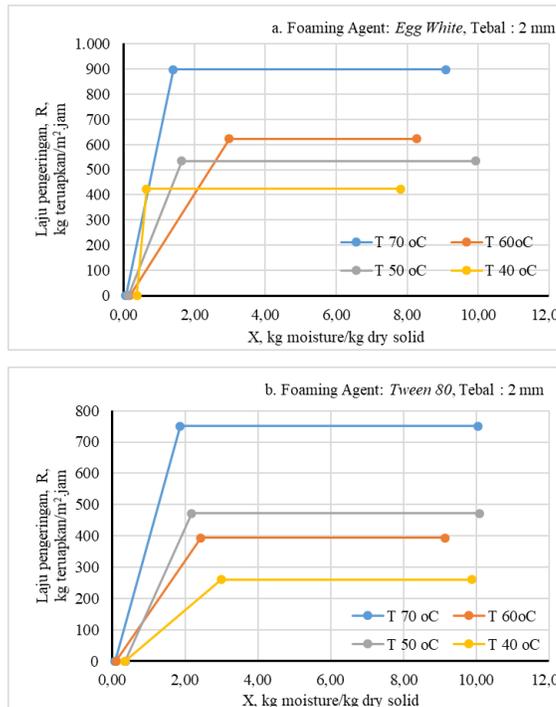
Gambar 3. Grafik laju pengeringan terhadap waktu pengeringan, tebal pasta 4 mm

3.2. Pengaruh Suhu Pengeringan dan *Foaming Agent* terhadap Laju Pengeringan

Dari gambar 4 terlihat bahwa untuk ketebalan pasta 2 mm, suhu pengeringan memberikan pengaruh terhadap laju pengeringan. Penggunaan kedua jenis *foaming agent* memberikan pengaruh laju pengeringan konstan tertinggi yang sama, yaitu dicapai pada suhu pengeringan 70 °C. Penggunaan *foaming agent egg white* seperti disajikan pada gambar 4.a, laju pengeringan konstan tertinggi dengan kecepatan sebesar 897,12 kg teruapkan/m².jam, sedangkan penggunaan *foaming agent tween 80* seperti

disajikan pada gambar 4.b, laju pengeringan konstan tertinggi dengan kecepatan sebesar 750,19 kg teruapkan/m².jam.

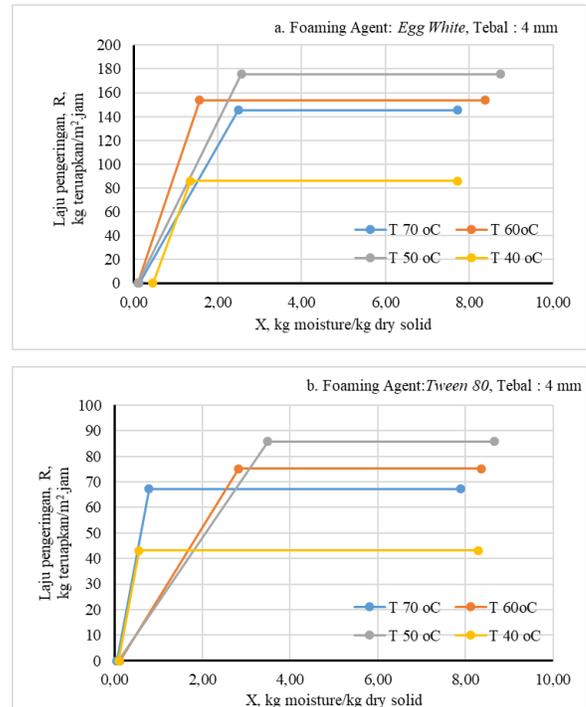
Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa penggunaan *foaming agent egg white* pada ketebalan pasta 2 mm dan suhu pengeringan 70 °C menghasilkan laju pengeringan konstan lebih tinggi, yaitu 897,12 kg teruapkan/m².jam, dibandingkan dengan penggunaan *foaming agent tween 80* yaitu sebesar 750,19 kg teruapkan/m².jam.



Gambar 4. Kurva Pengeringan, tebal pasta 2 mm

Dari gambar 5 terlihat bahwa untuk ketebalan pasta 4 mm, laju pengeringan konstan paling cepat terjadi pada pada suhu 50 °C. Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa penggunaan *foaming agent egg white* menghasilkan laju pengeringan konstan lebih tinggi, yaitu 175,52 kg teruapkan/m².jam, lebih dari dua kali lebih besar dibandingkan dengan penggunaan *foaming agent tween 80* yaitu sebesar 85,78 kg teruapkan/m².jam. Data penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pada operasi pengeringan menggunakan *foaming agent egg white* dengan ketebalan bubuk 4 mm, proses pengeringan optimum terjadi pada suhu 50 °C dengan waktu

pengeringan selama 1,92 jam dan kadar air 2,56 %[12].



Gambar 5. Kurva Pengeringan, tebal pasta 4 mm

Pada proses pengeringan dengan ketebalan pasta 2 mm, laju pengeringan konstan terbaik diperoleh pada suhu 70 °C dengan laju pengeringan sebesar 897,12 kg teruapkan/m².jam, sedangkan proses pengeringan dengan ketebalan pasta 4 mm, laju pengeringan konstan terbaik diperoleh pada suhu 50 °C dengan laju pengeringan sebesar 175,52 kg teruapkan/m².jam.

3.3. Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Kadar Air Produk

Dari tabel 2 terlihat, untuk tebal pasta 2 mm, pada laju pengeringan pada suhu 70 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar air 9,62 %, sedangkan dengan *foaming agent tween 80* lebih rendah, yaitu sebesar 7,81%. Untuk tebal pasta 4 mm, pada laju pengeringan pada suhu 50 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar air 8,19 %, sedangkan dengan *foaming agent tween 80* lebih tinggi, yaitu sebesar 8,73%. Semakin tinggi suhu pengeringan, kadar air produk semakin rendah.

Penggunaan *foaming agent egg white* sebesar 7,70% sampai 24,69%, sedangkan penggunaan *foaming agent tween 80* memberikan pengaruh kadar air produk lebih rendah yaitu sebesar 5,30% sampai 9,37%.

Kadar air produk yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan serbuk tomat menggunakan pengering spray (*spray dryer*) dengan kadar air antara 4,00 hingga 6,8%[13], namun lebih rendah dibandingkan dengan metode oven 24 jam yang menghasilkan produk dengan kadar air sebesar 15,70%[2].

Tabel 2. Kadar air (%) serbuk tomat

No	Nama Sampel	Foaming Agent	
		Egg White	Tween 80
1	Tomat segar	96,23	
2	T = 40 ; 2mm	24,69	9,18
3	T = 50 ; 2mm	10,87	7,21
4	T = 60 ; 2mm	9,45	9,37
5	T = 70 ; 2mm	9,62	7,81
6	T = 40 ; 4mm	31,33	8,88
7	T = 50 ; 4mm	8,19	8,73
8	T = 60 ; 4mm	7,96	6,21
9	T = 70 ; 4mm	7,70	5,30

3.4. Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C Produk

Dari tabel 3 terlihat, untuk tebal pasta 2 mm, pada laju pengeringan konstan terbaik, yaitu pada suhu pengeringan 70 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar vitamin C 0,84 %, sedangkan dengan *foaming agent tween 80*, diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar vitamin C sebesar 1,24%. Untuk tebal pasta 4 mm, pada laju pengeringan konstan terbaik, yaitu pada suhu pengeringan 50 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar vitamin C 0,79 %, sedangkan dengan *foaming agent tween 80* sebesar 1,29%. Dari tabel tersebut juga terlihat, bahwa penggunaan *foaming agent tween 80* diperoleh produk serbuk

tomat dengan kadar vitamin C lebih tinggi yaitu sebesar 1,08% sampai 1,66% dibandingkan dengan penggunaan *foaming agent egg white*, yaitu antara 0,56% sampai 1,39%.

Tabel 3. Kadar vitamin C (%) serbuk tomat

No	Nama Sampel	Foaming Agent	
		Egg White	Tween 80
1	Tomat segar	0,31	
2	T = 40 ; 2mm	0,56	1,38
3	T = 50 ; 2mm	1,39	1,08
4	T = 60 ; 2mm	0,65	1,16
5	T = 70 ; 2mm	0,84	1,24
6	T = 40 ; 4mm	0,99	1,31
7	T = 50 ; 4mm	0,79	1,29
8	T = 60 ; 4mm	0,89	1,66
9	T = 70 ; 4mm	0,96	1,13

3.5. Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Kadar Antioksidan Produk

Dari tabel 4 terlihat, untuk tebal pasta 2 mm, pada laju pengeringan konstan terbaik, yaitu pada suhu pengeringan 70 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar antioksidan 53,26 %, sedangkan dengan *tween 80* kadar antioksidan lebih kecil, yaitu sebesar 48,15%. Untuk tebal pasta 4 mm, pada laju pengeringan konstan terbaik, yaitu pada suhu pengeringan 50 °C dengan *foaming agent egg white* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar antioksidan 51,50 %, sedangkan dengan *tween 80* lebih besar yaitu sebesar 52,26%. Bila dibandingkan dengan kadar antioksidan tomat segar sebesar 79,18%[14], maka pengeringan menggunakan *tray dryer* pada kondisi optimal menurunkan kadar antioksidan tomat pada kisaran 32,5 sampai 35,0 %.

Tabel 4. Kadar antioksidan (%) serbuk tomat

No	Nama Sampel	Foaming Agent	
		Egg White	Tween 80

1	T = 40; 2mm	54,63	52,17
2	T = 50; 2mm	53,59	51,97
3	T = 60; 2mm	53,22	51,36
4	T = 70; 2mm	53,26	48,15
5	T = 50; 4mm	51,50	52,26

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

Semakin tinggi suhu pengeringan, kadar air produk semakin rendah. Penggunaan *foaming agent egg white* menghasilkan produk dengan kadar air produk sebesar 7,70% sampai 24,69%, sedangkan penggunaan *foaming agent tween 80* menghasilkan produk dengan kadar air lebih rendah yaitu sebesar 5,30% sampai 9,37%.

Penggunaan *foaming agent tween 80* diperoleh produk serbuk tomat dengan kadar vitamin C lebih tinggi yaitu sebesar 1,08% sampai 1,66% dibandingkan dengan penggunaan *foaming agent egg white*, yaitu antara 0,56% sampai 1,39%.

Pengeringan pasta tomat menggunakan *tray dryer* dapat mengurangi kadar antioksidan tomat pada kisaran 32,5 sampai 35,0 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Hortikultura, Produksi Tomat Menurut Provinsi, 2013-2017, Data Statistik Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, diakses tanggal 24 Juni 2019, jam 11,18, 2018.
- [2] Aline Jorge, Almeida, D.M., Canteri, M.H.G., Thiago Sequinel, Kubaski, E.T., & Tebcherani, S.M., *Evaluation of the Chemical Composition and Colour in Long-Life Tomatoes (Lycopersicon Esculentum Mill) Dehydrated by Combined Drying Methods*, International Journal of Food Science and Technology, 2014.
- [3] Winarno, F, G., S, Fardiaz dan D, Fardiaz, , Pengantar Teknologi Pangan, Jakarta, PT, Gramedia, hlm. 89, 1980.
- [4] Rajkumar, P, R, Kailappan, R, Viswanathan, G,S,V, Raghavan and C, Ratti, *Foam-mat Drying of Alphonso Mango Pulp*, Drying Technology, 25(2), pp. 357–365, 2007.
- [5] Kumalaningsih, S,, Suprayogi dan B, Yudha, 2005, Membuat Makanan Siap Saji, Surabaya, Trubus Agrisarana, hlm. 41.
- [6] Sachin V. Jangam, Chung Lim Law and Arun S, Mujumdar (Editors), *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*, 2, pp.152, 2011.
- [7] Tri Hariyadi, Judy Retti Witono, Herry Santoso, Pengaruh Kondisi Operasi dan Foaming Agent Terhadap Kualitas Serbuk Tomat Pada Pengeringan Menggunakan Tray Dryer, Prosiding Semnastek 2017, Universitas Muhammadiyah Jakarta, pp. TK-024 1-10, 2017.
- [8] Winarno FG, S Koswara, Telur: Komposisi, Penanganan dan Pengolahannya, M-Brio Press, Bogor, 2002.
- [9] Nurul Asiah, Rangkum Sembodo, Aji Prasetyaningrum, Aplikasi Metode Foam-Mat Drying Pada Proses Pengeringan Spirulina, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 1(1), hlm. 461-467, 2012.
- [10] Elettronica Veneta, *Tray Dryer Apparatus Mod, TDC/EV, Teacher/Student Handbook*, Elettronica Veneta Spa, 2015.
- [11] T. Hariyadi, H. Santoso, and J. Retti Witono, *The Influence of Foaming Agent and Cake Thickness on the Drying Process Tomatoes Using a Tray Dryer*, Reaktor, 18(03), pp. 143-148, Sep. 2018.
- [12] Tri Hariyadi, Pengaruh Suhu Operasi terhadap Penentuan Karakteristik Pengeringan Busa Sari Buah Tomat Menggunakan *Tray Dryer*, Jurnal Rekayasa Proses, 12(2), hlm. 46-55, Oktober 2018.
- [13] Alexandre Santos de Sousa, Soraia Vilela Borges, Natália Ferreira Magalhães, Hevandro Vaz Ricardo and Aline Damico Azevedo, *Spray-Dried Tomato Powder: Reconstitution Properties and Colour*,

Brazilian Archives Biology and
Technology, 51(4), pp. 807-814, 2008.

- [14] A. Mu'nisa, Analisis Kadar Likopen dan Uji Aktivitas Antioksidan pada Tomat Asal Sulawesi Selatan, Jurnal Bionature, 13(1), hlm. 62-66, 2012.