

Inaktivasi Termal Spora Jamur *Eupenicillium Javanicum* Dalam Jus Nanas

¹⁾Lufya Adella, ²⁾Evelyn, ²⁾Sri Rezeki Muria

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
lufya.adella@gmail.com

ABSTRACT

Eupenicillium Javanicum is a mold that has high heat resistance. The purpose of this study was to determine the effect of temperature (T : 80 ° C, 85 ° C, 90 ° C) at soluble solid SS: 10 ° Brix on the thermal inactivation of *E. Javanicum* spores. Then determine the value of D and Z . This study uses the thermal method of pasteurization process and spore calculation using the spread plate method. The D -values obtained at SS 10 ° Brix for temperatures 80, 85 and 90 ° C were 10.82; 4.63; and 1.45 minutes and the Z -value obtained is in the at 11,47 ° C. It was shown that haiger temperature resulted in the decreasing of the time needed to inactivate the spores. The results of this study emphasize the importance of temperature to the D and Z value for pineapple juice pasteurization.

Keywords: Ascospore, Inactivation, Pasteurization, Pineapple juice, *E. Javanicum*.

1. Pendahuluan

Saat ini, keamanan pangan adalah salah satu hal prioritas bagi industri-industri produk pangan, tak terkecuali industri pengolahan buah. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya keamanan pangan membuat industri-industri pengolahan pangan harus menerapkan standar mutu dan kualitas yang ketat. Di Indonesia sendiri, keamanan pangan telah diatur dalam Undang-Undang No 7 Tahun 1996 tentang pangan guna memberikan keamanan konsumsi dalam jumlah dan gizi yang cukup (*nutritionally adequate*). Dalam industri pengolahan buah-buahan yang melibatkan proses pemanasan, keamanan pangan sering dikaitkan dengan proses pengawetan yang ditujukan untuk inaktivasi mikroorganisme pembusuk seperti jamur penghasil spora. Spora-spora dari bakteri dan beberapa fungi bisa sangat sulit dimatikan dengan perlakuan panas ringan (pasteurisasi) bahkan ada yang tetap hidup setelah proses pemasakan (*cooking*) (Silva

dkk., 2014). Mikroorganisme ini selain sifatnya yang dapat menyebabkan pembusukan pada produk olahan buah-buahan beberapa jamur pembentuk spora juga bersifat patogen (penyebab penyakit karena zat toksik yang dihasilkannya).

Eupenicillium javanicum adalah jamur yang ketahanan panasnya tinggi (*heat resistant*) dan biasanya menjadi mikroorganisme perusak pada makanan pasteurisasi mempunyai pH keasaman tinggi ($\text{pH} < 4.6$) (Pitt dan Hocking, 1997). Jamur ini banyak tersebar di tanah sehingga mudah terbawa pada permukaan buah-buahan dan sayuran. Sifat resistensi panas yang tinggi dari jamur ini sangat mengkhawatirkan jika terkontaminasi pada olahan makanan dan minuman. Beberapa isolat dari *E. javanicum* telah dilaporkan untuk menghasilkan mikotoksin xanthomegnin dan sedikit palitantin (Frisvad dkk, 1991). Konsumsi produk pangan yang terkontaminas mikotoksin dapat menyebabkan terjadinya mikotoksikosis, yaitu gangguan kesehatan pada manusia

dan hewan dengan berbagai bentuk perubahan klinis dan patologis, misalnya dapat menyebabkan penyakit kanker hati, degenerasi hati, demam, pembengkakan otak, ginjal, dan gangguan syaraf (Rahayu, 2006). King dan Halbrook (1987) melaporkan bahwa jamur *Eupenicillium javanicum* dapat mengkontaminasi produk olahan buah seperti jus nanas. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan yang tepat pada produk makanan dan minuman terkhusus pada industri pengolahan buah nanas.

Provinsi Riau mempunyai potensi penghasil buah nanas yang cukup tinggi menempati urutan keempat dengan jumlah total produksi mencapai 1,7 juta ton per tahun (BPS, 2015). Melimpahnya produksi buah nanas tidak diikuti dengan pengolahan yang tepat, akibatnya banyak olahan buah nanas yang terkontaminasi mikroorganisme pembusuk sehingga umur simpan olahan nanas menjadi pendek. Pembusukan olahan produk minuman seperti jus nanas disebabkan oleh pertumbuhan dan aktivitas spora-spora yang dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu (i) faktor intrinsik bahan pangan yang meliputi ketersediaan zat gizi, ketersediaan air (aktivitas air/ a_w), nilai pH (keasaman) dan keberadaan senyawa mikroorganisme, serta (ii) faktor lingkungan meliputi temperatur, oksigen, kelembaban dan kebersihan (Hariyadi, 2010).

Teknik pengawetan jus buah yang umum dilakukan selama ini adalah teknik pasteurisasi *low temperature long time* (LTLT) pada suhu 65°C selama 30 menit (Hariyadi, 2010). Kondisi pasteurisasi ini belum tentu cukup untuk menginaktivasi spora dari *E. javanicum*, sehingga jamur ini kemungkinan dapat tetap hidup dengan cara berkecambah dan tumbuh dalam produk jika mengkontaminasi buah-buahan dan merusak produk. Oleh karena itu, diperlukan kajian berapa ketahanan panas dari spora jamur

pada berbagai median yang memiliki ketahanan panas yang tinggi seperti spora jamur *E. javanicum* untuk desain proses pasteurisasi jus.

Penelitian ini akan mengkaji ketahanan atau resistensi spora jamur *E. javanicum* dalam jus nanas menggunakan teknologi termal dengan variasi temperatur dan tingkat kemanisan jus dalam rangka meningkatkan keamanan produk dan memperpanjang umur simpan (*shelf life*) jus nanas. Teknologi pasteurisasi termal ini merupakan metode konvensional yang paling banyak diaplikasikan baik skala industri maupun skala rumah tangga. Pemanasan dilakukan pada temperatur sedang (*Mild Heat Treatment*) yaitu antara 65-95 °C yang dirasa cukup untuk menginaktivasi spora jamur *E. javanicum* dalam jus nanas. Ketahanan spora secara termal umumnya dinyatakan dalam kinetika reaksi orde pertama yakni menentukan nilai *D* dan nilai *Z*. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan banyak manfaat bagi industri pengolahan buah-buahan pada khususnya dan masyarakat pada umumnya. Selain itu, data-data yang didapatkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pada penelitian selanjutnya dan dapat dipublikasikan pada jurnal nasional maupun internasional.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kultur jamur *Eupenicillium Javanicum* (*type strain N-INACC F154*) koleksi INA-CC LIPI Cibinong Jawa Barat, kentang, agar batang, *Dextrose*, asam sitrat, alkohol 70%, spiritus, NaCl, aqua DM, buah nanas dan bahan lainnya sesuai prosedur kerja.

2.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Waterbath*, Termometer, *Blender*,

Autoclaf All America model 1925/KY-23D, *Vortex Mixer Genie 2TM*, Spektrofotometer (*Genesys 10S*), Inkubator, *Centrifuge*, Mikropipet, *Eppendorf*, *Blue tip*, *Yellow tip*, lampu bunsen, batang L, pH meter, Refraktometer, Jarum ose, cawan petri, *glass woll*, timbangan analitik, tabung reaksi dan alat-alat standar laboratorium lainnya sesuai prosedur kerja.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

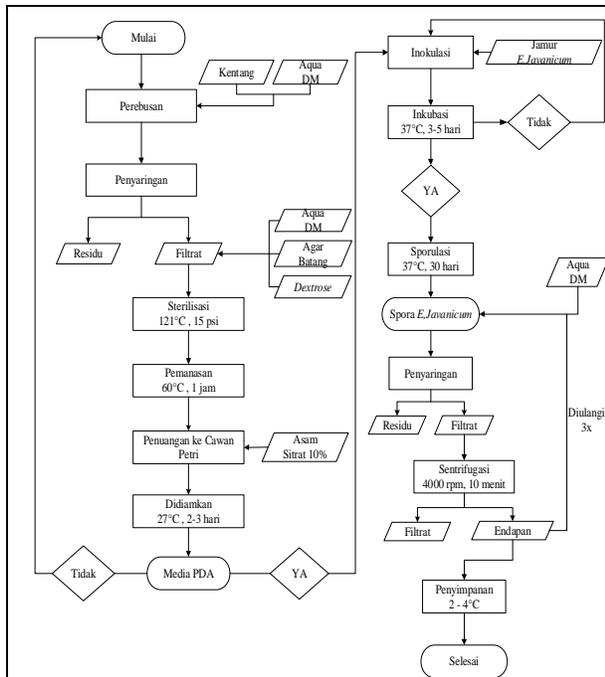
2.3.1 Pembuatan media PDA

Media *Potato Dextrose Agar (PDA)* dibuat dengan cara kentang dikupas dan diiris kecil – kecil lalu ditimbang sebanyak 20 gram dan dicuci sampai bersih. Kentang tersebut direbus dengan menambahkan aqua DM sebanyak 100 ml sampai mendidih selama 20 menit. Kemudian, kentang disaring dan filtratnya diambil. Agar batang ditimbang sebanyak 1,7 gram dan *dextrose* ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam filtrat dan ditambahkan aqua DM hingga volumenya 100 ml. Filtrat dipanaskan hingga agar batang larut. Media PDA ditambahkan asam sitrat 10% sebanyak 1,25 ml. Setelah larut, larutan diautoklaf selama 15 menit pada tekanan 15 Psi dan suhu 121°C. Media PDA dituangkan ke dalam cawan petri hingga memadat dan diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang untuk memastikan tidak ada

tanda-tanda kontaminasi dan tidak ada uap air lagi.

2.3.2 Sporulasi jamur *Epenicillium Javanicum* (N-INACC F154)

Menurut Hocking dan Pitt (1984) peremajaan spora jamur *Epenicillium Javanicum* diambil dari kultur murni menggunakan jarum ose yang sebelumnya telah disterilisasi dengan direndam dalam alkohol 70% dan dipanaskan dengan api dari lampu bunsen. Penggoresan ose dilakukan sedemikian rupa, sehingga ujung ose hanya menyentuh diatas permukaan media. Spora dari jamur yang sudah diambil dengan jarum ose diinokulasi ke atas media PDA. Media diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu 30 °C untuk melihat pertumbuhan sel vegetatif dan dipastikan tidak ada tanda-tanda kontaminasi. Tahap sporulasi (pembentukan spora) dimulai dengan menginkubasi media PDA selama 14 hari pada suhu 25 °C. Setelah di inkubasi, spora dipanen dengan menuangkan 8 ml *aqua DM* ke dalam media PDA kemudian dihomogenkan. Lalu disaring dengan *glass wool* untuk menghilangkan sisa fragmen hifa dan filtratnya di *centrifuge* pada 4000 rpm, temperatur 4 °C selama 10 menit. Langkah ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Endapan spora kemudian disimpan pada suhu 2 - 4 °C hingga digunakan. Adapun blok diagram sporulasi jamur *E. Javanicum* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Blok diagram sporulasi jamur *Epenicillium Javanicum*

2.3.3 Pembuatan jus nanas

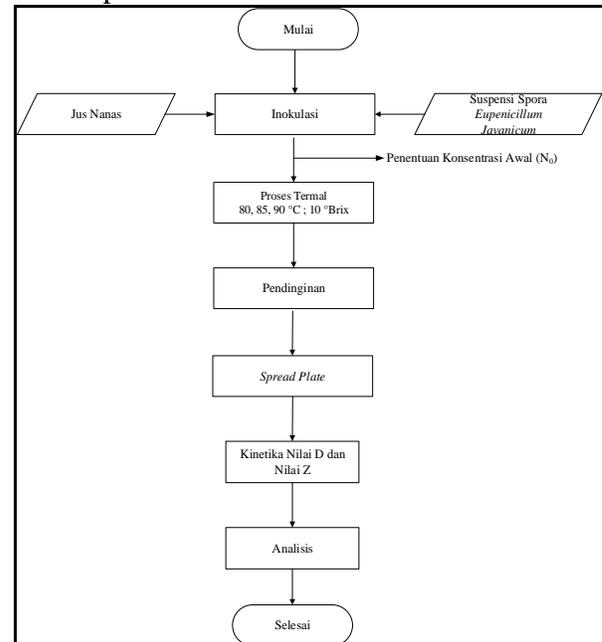
Buah nanas segar dikupas lalu dibersihkan dari pengotor dan ditimbang sebanyak 1 kg. Dipotong kecil, lalu di masukkan ke dalam *blender*. Dilakukan uji pH dengan alat pH meter dan tingkat kemanisan jus dengan alat refraktometer sehingga didapatkan jus nanas dengan tingkat kemanisan 20 °Brix. Kemudian dilakukan pengenceran dengan air sehingga didapatkan tingkat kemanisan 10 dan 15 °Brix. Jus nanas ini digunakan sebagai media perlakuan inaktivasi spora *Epenicillium Javanicum*.

3.3.4 Inokulasi jus nanas

Jus nanas yang telah dibuat digunakan sebagai medium suspensi untuk menginaktivasi spora *E. Javanicum*. Spora yang telah disimpan pada lemari pendingin diambil sebanyak 1 ml lalu di inokulasi ke dalam 2 ml jus nanas sehingga konsentrasi dapat ditentukan konsntrasi awal spora N_0 .

2.3.4 Inaktivasi spora dengan proses termal

Metode ini dilakukan pada tiga suhu berbeda yaitu 80, 85 dan 90 °C. Pertama, *waterbath* dipanaskan hingga temperatur 80 °C lalu sampel jus nanas yang telah diinokulasi dengan spora *E. Javanicum* dengan kemanisan 10 °Brix di masukkan ke dalam *waterbath* selama 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 menit. Kemudian sampel-sampel dikeluarkan dan didinginkan dalam air es lalu dilakukan pencacahan spora. Adapun blok diagram inaktivasi spora jamur *E. Javanicum* dengan proses termal dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Blok diagram inaktivasi spora dengan proses termal

2.3.5 Pencacahan spora

Suspensi dari inokulasi spora *E. javanicum* dan jus nanas hasil proses termal digunakan untuk penentuan konsentrasi spora atau jumlah koloni dengan metode *spread plate*. Sebelumnya dilakukan pengenceran bertingkat menggunakan larutan NaCl. Sebanyak 1 ml suspensi spora dimasukkan kedalam 9 ml NaCl lalu dihomogenkan dan digerus ke media PDA. Media PDA selanjutnya diinkubasi pada suhu 30 °C selama 3-5 hari hingga terbentuk

koloni pada kisaran 20 hingga 100 koloni. Koloni yang terbentuk dihitung konsentrasinya dan dinyatakan dalam CFU/ml.

2.3.5 Analisis Data

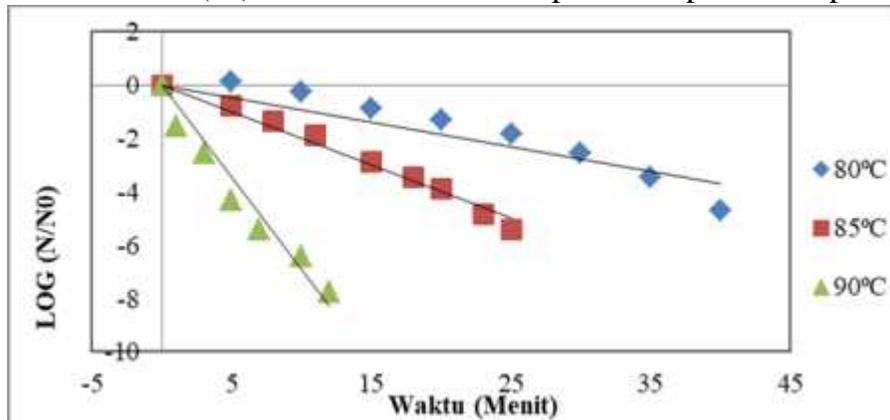
Jumlah koloni spora yang hidup hasil pencacahan dengan *spread plate* (dinyatakan dalam $\text{Log } N/N_0$, CFU/ml) diplotkan terhadap waktu pemanasan (t , menit) pada tiga suhu dan tingkat kemanisan ($^\circ$ Brix) yang berbeda. Grafik regresi antara t vs. $\text{Log } N/N_0$ digunakan untuk menghitung nilai D yaitu waktu (menit) pada suhu tertentu yang diperlukan untuk menurunkan jumlah spora, dimana merupakan nilai *inverse* dari *slope* pada kurva. Nilai Z yaitu besarnya perubahan suhu yang diperlukan untuk merubah nilai D yang diperoleh dari 5 plot antara temperatur terhadap logaritmik nilai D . Untuk mendapatkan tingkat keakuratan data, jumlah koloni spora yang diplotkan merupakan nilai rata-rata \pm standar deviasi (SD). Koefisien determinasi (R^2) dan standar

error (SE) dalam penentuan nilai parameter kinetika first order (D dan Z) juga akan diberikan dengan menggunakan Microsoft Excel 2010.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Temperatur terhadap Reduksi Logaritmik Spora *Eupenicillium Javanicum*

Pada penelitian ini dilakukan proses termal berupa pemanasan di dalam unit *waterbath* bertujuan untuk melihat kemampuan atau ketahanan spora terhadap perlakuan panas sekaligus untuk mereduksi jumlah populasi spora *E. Javanicum* di dalam jus nanas. Variasi temperatur yang digunakan adalah 80°C , 85°C dan 90°C . Penentuan waktu pemanasan dilakukan karena analisis penghitungan jumlah konsentrasi spora di setiap titik (pada setiap interval waktu) secara manual dengan metode *spread plate*. Adapun hasil reduksi logaritmik spora terhadap variasi temperatur dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 3.1 Reduksi logaritmik spora *E. Javanicum* sebesar 2,5 log terhadap variasi temperatur, rata-rata dari duplo eksperimen pada SS:10 $^\circ$ Brix.

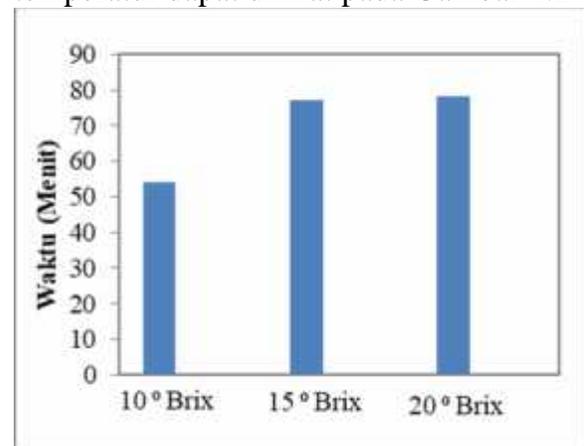
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengurangi jumlah spora *E. Javanicum* semakin sedikit dengan meningkatnya temperatur. Misalnya, pada SS 10 $^\circ$ Brix untuk mencapai 2,5 log spora dibutuhkan waktu 27 menit pada temperatur 80°C , waktu 12,5 menit pada temperatur 85°C ,

dan waktu 4 menit pada temperatur 90°C . Hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan penelitian terdahulu dimana pengurangan sebanyak 2,5 log spora *E. Javanicum* di dalam bubur stroberi 10° Brix juga dibutuhkan waktu selama ± 4 menit untuk temperatur 90°C , waktu $\pm 12,5$ menit untuk temperatur 85°C (Aragao,1989).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa peningkatan temperatur pemanasan sangat mempengaruhi laju pengurangan spora *E. Javanicum* di dalam jus nanas. Menurut Coleman dkk., (2010) secara umum didalam inti spora terdapat *dipicolinic acid* (DPA) yaitu piridin-2,6-dikarbonat sekitar 25% dari berat inti spora yang merupakan protein penyusun spora, dimana kematian spora disebabkan oleh pelepasan DPA dari dalam inti. Namun, mekanisme pelepasan DPA dari dalam inti spora *E. Javanicum* oleh panas tidak dipelajari dalam penelitian ini. Akan tetapi terdapat 2 buah kesimpulan penting mengenai mekanisme kematian spora oleh panas yaitu pertama, kehilangan senyawa DPA berlangsung lambat selama perlakuan panas; dan kedua setelah kehilangan senyawa DPA ada perubahan mendadak dalam struktur protein spora. Dari kesimpulan diatas maka hal yang memungkinkan terjadi pada proses kematian spora *E. Javanicum* oleh panas adalah adanya pelepasan DPA yang berlangsung secara lambat dan denaturasi protein sehingga dinding sel kehilangan nutrisi yang menyebabkan kematian pada spora. Dengan kata lain, semakin tinggi panas yang diberikan (pada temperatur 80 °C, 85 °C dan 90 °C) maka akan semakin cepat proses inaktivasi spora *E. Javanicum* di dalam jus nanas. Pada industri pengolahan jus buah, teknik pasteurisasi yang umum di lakukan pada suhu 90°C selama 1,5 menit untuk jus nanas, 85°C selama 5-15 menit untuk jus mandarin, dan 80°C selama 5 menit untuk jus pepaya (Pareek, 2011). Ini menandakan bahwa teknologi yang biasa digunakan pada industri sudah cukup untuk inaktivasi spora mikroorganism (pada penelitian ini untuk temperatur 90°C dengan SS 10 °Brix dibutuhkan waktu 1,5 menit mereduksi 1 log spora).

3.2 Pengaruh *Soluble Solid* (SS) atau Tingkat Kemanisan terhadap Reduksi Logaritmik Spora *E. Javanicum*.

Penelitian ini menggunakan variasi *Soluble Solid* (SS) yaitu 10 °Brix, 15 °Brix dan 20 °Brix pada temperatur 80 °C. Dimana SS merupakan total kandungan gula terlarut dari suatu larutan yang dalam hal ini adalah total kandungan gula sukrosa di dalam jus nanas. Proses ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh inaktivasi spora terhadap pemberian variasi SS di dalam jus nanas. Adapun hasil reduksi logaritmik askospora terhadap variasi SS pada setiap temperatur dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 3.2 Reduksi logaritmik spora *E. Javanicum* sebesar 5 log terhadap variasi SS 10 °Brix, 15 °Brix dan 20 °Brix pada 80 °C.

Pada pasteurisasi jus buah di rekomendasikan inaktivasi sebesar 5 atau 6D (USFDA, 1998). Secara umum, inaktivasi yang dibutuhkan untuk menurunkan jumlah spora sebesar 5 log pada jus dengan bertambahnya kemanisan membutuhkan waktu yang lebih lama. Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat waktu pengurangan sebesar 5 log spora pada temperatur 80°C;SS 10 °Brix terjadi selama 54 menit, pada SS 15 °Brix selama 77 menit, dan pada SS 20 °Brix selama 78,3 menit. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi SS maka semakin tahan panas (*heat resistance*) spora *E.*

Javanicum di dalam jus nanas. Artinya pada temperatur yang sama semakin tingginya SS maka semakin lama waktu yang untuk mengurangi populasi spora. Hasil ini sesuai dengan beuchat (1988) di mana jumlah spora menurun dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa (15% menjadi 60%), mengurangi aktivitas air (a_w) dari 0,99 menjadi 0,96 (silvi dkk., 1999).

Penambahan sukrosa merupakan hal umum dilakukan dalam industri buah. Penambahan sukrosa kedalam jus nanas bertujuan untuk mengurangi (a_w), dimana a_w merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi ketahanan termal spora mikroorganisme. *Water activity* yang tinggi menunjukkan kadar air yang meningkat. Kadar air dinyatakan dalam persen (%) pada skala 0 - 100, sedangkan nilai a_w dinyatakan dalam angka decimal pada skala 0 - 1,0. Menurut Louis coroller dkk. (2000) bahwa penambahan sukrosa kedalam bahan akan menurunkan a_w yang ada didalamnya. Semakin besar konsentrasi sukrosa yang ditambahkan akan menyebabkan jumlah air yang terikat oleh sukrosa semakin tinggi, sehingga a_w semakin rendah.

Sebagai pembanding, pengurangan log spora *Talaromyces flavus* pada 5 jenis produk buah yang berbeda meningkat dari 2,5 menit hingga 11,1 menit (meningkat secara signifikan) untuk derajat SS yang lebih tinggi: 0-60 °Brix pada temperatur 90 °C (King dan Whitehand, 1990). Pengurangan 3 log spora juga ditunjukkan dari 5 jenis *strain* spora *T.flavus* yang berbeda yaitu selama 5-12 menit pada temperatur 90 °C (King dan Halbrook, 1987). Kecenderungan seperti ini juga ditunjukkan oleh literatur lain dengan jenis kapang yang berbeda yaitu *Byssochlamys* (Beuchat dan Toledo, 1977).

3.3 Kinetika First Order (Nilai D dan z) Spora E. Javanicum.

Proses panas secara komersial umumnya didesain untuk menginaktifkan

mikroorganisme (baik sel vegetatif atau spora) yang ada pada bahan pangan dengan cara mengurangi jumlah populasi mikroorganisme pembusuk ke tingkat yang rendah, sehingga peluang terjadinya kebusukan sangat rendah. Analisis ketahanan panas dinyatakan dengan kinetika *first order* (orde satu) yaitu nilai D dan z . Kinetika orde satu yang dipelajari pada setiap titik waktu pemanasan spora sehingga menghasilkan persamaan linear yang akan digunakan untuk menentukan nilai D dan z . Nilai D spora *E. Javanicum*. Nilai D_{80} yang diperoleh sebesar 10,8 menit untuk SS 10 °Brix, D_{80} sebesar 15 menit untuk SS 15 °Brix dan D_{80} sebesar 15,8 menit untuk SS 20 °Brix. Kemudian nilai D berbanding terbalik dengan temperatur.

Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan *heat resistance* dari spora *E. Javanicum* lebih tinggi dari pada hasil penelitian literatur terdahulu. Artinya spora *E. Javanicum* mampu bertahan lebih lama ketika diberikan perlakuan termal. Sebagai perbandingan, spora *E. Javanicum* memiliki nilai D_{80} , D_{85} dan D_{90} dalam bubur stoberi sebesar 15; 4,7; dan 2,6 menit pada SS; 15 °Brix (Aragao, 1989).

Sedangkan nilai z (besarnya perubahan suhu yang diperlukan untuk merubah nilai D sebesar 90% atau satu siklus logaritma) juga ditentukan untuk mengetahui seberapa besar ketergantungan temperatur pemanasan terhadap inaktivasi spora *E. Javanicum*. di dalam jus nanas.

Nilai z yang didapatkan berada pada 11,7 °C dimana literatur terdahulu melaporkan nilai z untuk fungi/kapang biasanya berada dibawah 10 °C. Akan tetapi, nilai z yang tinggi telah dilaporkan pada spora *Bacillus cereus* yaitu sebesar 25-40 °C (Evelyn dan Silva, 2015b). Hal ini mengindikasikan bahwa kapang dari spora *E. Javanicum* tidak rentan terhadap perubahan temperatur. Selanjutnya, data-data yang didapatkan akan digunakan untuk

menghitung kecukupan termal pasteurisasi jus nanas skala industri.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Pengurangan log spora *E. Javanicum* semakin cepat dengan meningkatnya temperatur. Pengurangan log spora berbanding terbalik dengan meningkatnya SS. Ketahanan panas askospora/nilai *D* berbanding lurus dengan *Soluble Solid* (SS) dan berbanding terbalik dengan temperature. Dan nilai *Z* yang didapatkan untuk waktu (penurunan nilai *D* untuk spora *E. Javanicum* diatas rata-rata) umumnya tidak rentan terhadap perubahan temperatur.

Daftar Pustaka

- Aragão, G. M. F. 1989. Identificação e determinação da resistência térmica de fungos filamentosos termorresistentes isolados da polpa de morango. *Thesis*. Universidade de Campinas, Brazil.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. *Produksi tanaman buah-buahan*. Badan Pusat Statistika, Jakarta.
- Beuchat, L. R & Rice, S. L. 1979. *Byssochlamys sp* and their importance in processed fruits. *adv. Food Res.* 25: 237–280.
- Coleman, W. H., Zhang, P dan Setlow, P. 2010. Mechanism of killing of spores of *Bacillus cereus* and *Bacillus megaterium* by wet heat. *Letter in Applied Microbiology* 50: 507-514.
- Evelyn & Silva, F. V. M. 2015a. Inactivation of *Byssochlamys nivea* ascospores in strawberry puree by high pressure, power ultrasound and thermal processing. *International Journal of Food Microbiology*. 214: 129-136.
- Evelyn & Silva, F. V. M. 2015b. High pressure processing of milk: modeling the inactivation of *Bacillus cereus* spores at 38–70°C. *Journal of Food Engineering*. 165: 141-148.
- Frisvad, J. C & Samson, R. A. 1991. Mycotoxins produced by species of *penicillium* and *aspergillus* occurring. In *cereal grain: Mycotoxins, fungi and quality in drying and storage*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. 441-476.
- Hariyadi, P. 2010. *Susu: Berbagai Sumber Nutrisi Pertumbuhan Anak*. Yayasan Penerbitan Ikatan, Jakarta.
- Hocking, A. D., and J. I. Pitt. 1984. Food spoilage fungi: heat-resistant fungi. *CSIRO Food Res. Q.* 44:73-82.
- King, A. D & Halbrook, W. U. 1987. Ascospore heat resistance and control measures for *Talaromyces flavus* isolated from fruit juice concentrate. *Journal of Food Science*. 52: 1252-1266.
- King, J. D. A & Whitehand, C. L. 1990. Alteration of *Talaromyces flavus* heat resistance by growth conditions and heating medium composition. *Journal of Food Science*. 55(3): 830-836.
- Rahayu, W. P. 2006. *Mikotoksin dan Mikotoksis: Mikrobiologi keamanan pangan*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Silva, F.V.M., Gibbs, P.A., Nunez, H., Almonacid, S dan Simpson, R. 2014. Introduction to Food Pasteurization and Historical Aspects. *Encyclopedia of Food Microbiology* 3: 577-595.
- USFDA. (1998). Hazard analysis and critical control point (HACCP): procedures for the safe and sanitary processing and importing of juice. *Federal Register*, 63, 20449e20486.

