



PENGARUH SUHU DAN LAJU ALIR UDARA PENGERING PADA PENGERINGAN KARAGINAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SPRAY DRYER

Ruben Tinosa Dwika, Trisna Ceningsih, Setia Budi Sasongko^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Karaginan, sebagai salah satu bahan olahan rumput laut, sangat penting peranannya dalam industri makanan dan minuman, farmasi, dan lain-lain. Rendahnya kualitas karaginan dalam negeri disebabkan oleh kurang tepatnya sistem pengeringan yang digunakan sebagai unit penanganan bahan akhir (finishing product). Metode spray dryer adalah mengeringkan cairan dengan cara mengkontakkan butiran-butiran cairan dengan arah yang berlawanan atau searah dengan udara panas. Kelembaban udara dapat diturunkan dengan melewati udara dalam kolom adsorben yang akan menyerap uap air didalamnya sebelum masuk dalam ruang pemanas. Proses pengeringan karaginan dengan spray dryer menggunakan zeolit sebagai penyerap kelembaban menjadi alternatif pilihan untuk mencapai efektifitas panas udara pengering. Variabel berubah yang digunakan adalah suhu udara pengering (70°C, 80°C, 90°C, 100°C) dan laju alir udara pengering (11 m/detik, 12 m/detik, 13 m/detik, 14 m/detik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air produk karaginan dipengaruhi oleh suhu dan kecepatan udara pengering masuk kolom. Hasil karaginan dengan kadar air terendah yaitu sebesar 11,19 % dicapai pada kondisi proses dengan temperatur kolom 100°C dengan kecepatan udara pengering 14 m/detik. Selain itu, proses transfer panas (berdasarkan suhu) lebih mempengaruhi proses transfer massa daripada proses transfer momentum (berdasarkan laju alir udara pengering). Serta, efisiensi produk proses pengeringan semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu dan kecepatan udara pengering. Nilai efisiensi produk proses pengeringan karaginan sebesar 83,33% didapatkan pada kondisi suhu 100°C dan kecepatan udara pengering 14 m/detik.

Kata kunci: pengeringan; karaginan; zeolit

Abstract

Carrageenan, as one of the treatment of seaweed, is very important role in food and beverage industry, pharmaceuticals, and others. The low quality of carrageenan in the state due to the less accurate drying system which is used as the final materials handling unit (finishing product). The method of spray dryer is drying the liquid by contacting the liquid droplets in the opposite direction or the direction of hot air. Humidity can be reduced by passing the air in the adsorbent column that will absorb moisture in it before entering the furnace room. Carrageenan with a spray drying process using zeolite as an absorbent of moisture is an alternative option to achieve an effective hot air. Variable used in this research was the temperature change of air for drying (70°C, 80°C, 90°C, 100°C) and a flow rate of air dryers (11 m / sec, 12 m / sec, 13 m / sec, 14 m / sec). The results showed that water content carrageenan products affected by temperature and air velocity dryer into the column. Carrageenan results with the lowest water content of 11.19% is achieved on the process conditions with a temperature of 100°C column with drying air velocity 14 m / sec. In addition, the heat transfer process (based on temperature) is more affected than the mass transfer processes of momentum transfer (based on drying air flow rate). As well, the efficiency of the drying process the product increases with increasing drying temperature and air velocity. The efficiency of the drying process the product for 83.33% carrageenan obtained at 100°C temperature conditions and the drying air velocity 14 m/sec.

Keywords: drying; carrageenan; zeolite

^{*)} Penulis Penanggung Jawab (Email: sbsas@gmail.com)

1. Pendahuluan

Karaginan, sebagai salah satu bahan olahan rumput laut, sangat penting peranannya dalam industri makanan dan minuman, farmasi, dan lain-lain. Ditinjau dari nilai ekonomi, hasil olahan rumput laut yang berupa karaginan mempunyai harga yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan rumput laut kering sehingga untuk meningkatkan nilai tambah, pengolahan menjadi karaginan perlu dikembangkan. Karaginan dapat dipakai sebagai *stabilator* (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi, pengikat, pencegah kristalisasi dalam industri makanan dan minuman, farmasi, dan lain-lain (Anonim,2005).

Kualitas karaginan yang dihasilkan oleh industri dalam negeri belum dapat menyamai karaginan import terutama dari segi warna. Kendala lain yang dihadapi industri karaginan dalam negeri selain warna karaginan yang masih coklat karena terjadi browning adalah kandungan air karaginan lokal yang relatif masih tinggi yaitu diatas 20% (Aji P. Dan Nur R, 2007). Rendahnya kualitas karaginan dalam negeri disebabkan oleh kurang tepatnya sistim pengeringan yang digunakan sebagai unit penanganan bahan akhir (*finishing product*). Untuk itu diperlukan teknologi pengeringan yang aplikatif sebagai sarana untuk proses optimalisasi produk karaginan.

Metode pengeringan yang langsung menghasilkan serbuk adalah dengan *spray dryer*. Metode *spray dryer* adalah mengeringkan cairan dengan cara mengkontakkan butiran-butiran cairan dengan arah yang berlawanan atau searah dengan udara panas. Kecepatan umpan, suhu pengeringan dan kecepatan udara pengering dapat diatur sehingga dapat dioperasikan secara kontinu untuk mencapai kapasitas tertentu. Kelembaban udara dapat diturunkan dengan melewati udara dalam kolom adsorben yang akan menyerap uap air didalamnya sebelum masuk dalam ruang pemanas. Salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah zeolit. Zeolit mempunyai sifat tidak beracun dan mempunyai kemampuan menyerap kelembaban udara cukup baik sehingga udara luar yang masuk dalam kolom pemanas/heater menjadi lebih kering dengan berkurangnya kandungan uap air di dalamnya. Pemanfaatan zeolit selama ini cukup luas seperti sebagai adsorben, penukar ion maupun katalis (Setiadi dan Astri Pertiwi. 2007). Proses pengeringan karaginan dengan *spray dryer* menggunakan zeolit sebagai penyerap kelembaban menjadi alternatif pilihan untuk mencapai efektifitas panas udara pengering. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu dan laju alir udara pengering terhadap kualitas produk yang dihasilkan meliputi kadar air dan efisiensi produk. Serta mempelajari proses transfer panas dan tranfer momentum serta pengaruhnya terhadap proses transfer massa pengeringan karaginan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Material:

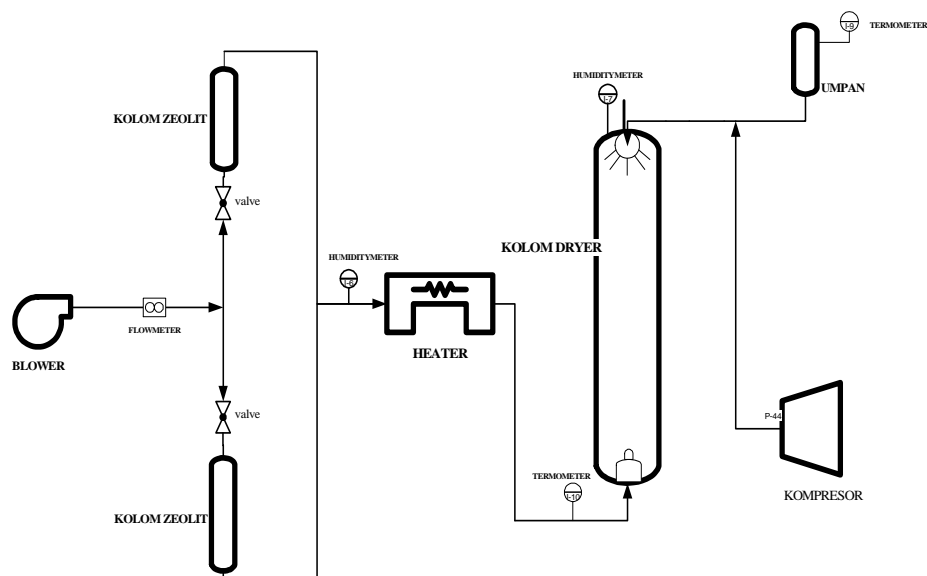
Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah tepung karaginan, zeolit dan aquadest.

Persiapan Bahan:

Campurkan tepung karaginan dengan aquadest lalu panaskan campuran tersebut sampai suhu 80°C.

Pengeringan Karaginan:

Atur suhu dan laju alir udara pengering masuk kolom *spray dryer* sesuai variabel yaitu suhu udara pengering (70°C, 80°C, 90°C, 100°C) dan laju alir udara pengering (11 m/detik, 12 m/detik, 13 m/detik, 14 m/detik), ditunggu hingga kelembabannya konstan. Setelah itu, atur noszle *spray dryer* dan kompresor. Lalu masukkan umpan karaginan yang telah dipanaskan pada suhu 80°C dalam *spray dryer*. Tampung bubuk yang diperoleh kemudian dilakukan analisis kadar air, efisiensi dan karakteristik produk.



Gambar 1. Rangkaian Alat Spray Dryer

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Temperatur Pengeringan Terhadap Kadar Air Produk

Pengeringan merupakan perpindahan massa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering. Transfer massa ini ditandai dengan pengurangan massa bahan dan perubahan bentuk fisiknya (tekstur, warna, fasa). Proses perpindahan massa ini dipengaruhi oleh transfer panas dan transfer momentum. Transfer panas dipengaruhi oleh perubahan suhu pengering sedangkan transfer momentum dipengaruhi oleh perubahan laju alir udara pengering.

Tabel 1. Kadar Air Produk pada Tiap Suhu Pengering dan Laju Udara Pengering

Suhu (°C)	Kadar air (%)				Rata-rata kadar air (%) (range 11 m/detik - 14 m/detik)
	Laju udara (m/detik)				
	11	12	13	14	
70	85,90	69,27	75,2	78,81	77,29
80	61,05	65,02	54,73	50,68	57,87
90	27,15	34,61	30,21	20,25	28,06
100	21,47	17,44	14,36	11,19	16,12
Rata-rata kadar air (%) (range suhu 70°C - 100°C)	48,89	46,59	43,63	40,23	

Hasil penelitian seperti yang terlihat pada tabel 4.1. menunjukkan bahwa kadar air karaginan yang dihasilkan dari pengeringan menggunakan *spray dryer* dipengaruhi oleh suhu dan laju alir pengering. Produk yang mempunyai kadar air paling rendah yaitu 11,19 % terdapat pada variabel suhu 100°C dan kecepatan laju alir pengering 14 m/detik.

Pengaruh suhu terhadap kadar air terlihat nyata bahwa semakin tinggi suhu pengeringan semakin berkurang kadar air dalam bahan. Pada rata-rata kadar air (range 11-14 m/detik), juga terlihat penurunan yang signifikan tiap kenaikan suhu. Hal ini disebabkan karena energi panas dalam udara pengering mampu menguapkan molekul-molekul air yang ada pada permukaan sehingga meningkatkan tekanan uap air dalam bahan karena kelembaban udara disekeliling bahan menurun. Peningkatan tekanan uap air ini menyebabkan terjadinya aliran uap air dari dalam bahan ke udara sehingga meningkatkan kecepatan penguapan bahan. Menurut Shanti Fitriani, penguapan tersebut diakibatkan karena terjadinya perbedaan tekanan uap antara bahan dengan uap air di udara. Tekanan uap air bahan yang lebih besar dari pada tekanan uap air udara menyebabkan proses perpindahan massa air dalam bahan ke udara.

Semakin tinggi suhu udara pengering, semakin besar perbedaan suhu antara media pemanas dengan bahan maka makin cepat terjadinya transfer panas sehingga semakin banyak air yang teruapkan dan kecepatan pengeringan semakin cepat. Makin tinggi suhu udara pengering maka makin besar energi panas yang dibawa ke udara sehingga makin cepat transfer massa yang terjadi.

Pengaruh Laju Alir Udara Pengering Terhadap Kadar Air Produk

Proses transfer massa pada proses pengeringan dipengaruhi oleh transfer momentum yaitu, laju alir udara pengering. Perubahan laju alir pengering merupakan proses transfer momentum yang berpengaruh terhadap kecepatan difusi panas dari udara ke dalam molekul bahan sehingga meningkatkan temperatur molekul di dalam bahan. Peningkatan temperatur di dalam molekul air menyebabkan tekanan uap air di dalam molekul bertambah sehingga air yang berada dalam bahan semakin mudah keluar dari molekul bahan (Dan E. Dobry, *et al.*, 2009).

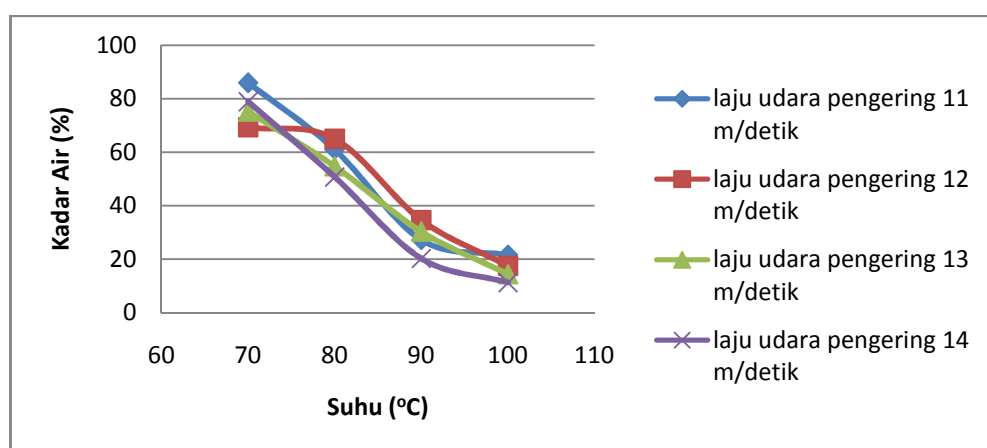
Bertambahnya kecepatan udara pengering akan meningkatkan difusi panas udara ke dalam butiran-butiran umpan sehingga meningkatkan jumlah air yang dapat diuapkan. Hal ini dapat dilihat pada kecepatan udara pengering 14 m/detik yang memiliki kadar air terendah pada setiap variabel suhu yang sama.

Pada variabel kecepatan udara 14 m/detik dan suhu 70°C memiliki kadar air yang tidak terlalu rendah jika dibandingkan kecepatan udara 12 m/detik pada suhu yang sama. Hal ini disebabkan pada kecepatan udara 14 m/detik penurunan kadar air terjadi secara perlahan pada awal proses dan semakin meningkat dengan bertambah panasnya udara pengering. Kondisi ini terjadi karena pada kecepatan udara yang besar, udara hasil proses pengeringan tidak dapat keluar langsung dari kolom. Desain kolom pengering yang tidak dilengkapi saluran keluar udara pengering menyebabkan distribusi udara yang keluar tidak lancar. Ini menyebabkan

kecepatan udara 14 m/detik pada suhu 70°C memiliki kadar air yang tidak terlalu. Pada proses pengeringan dengan kecepatan udara pengering 12 m/detik pada suhu 70 °C terjadi penurunan kadar air yang cepat pada saat awal proses pengeringan, hal ini terjadi karena pada kecepatan tersebut udara pengering lebih efektif sehingga tidak berbalik arah melawan udara pengering.

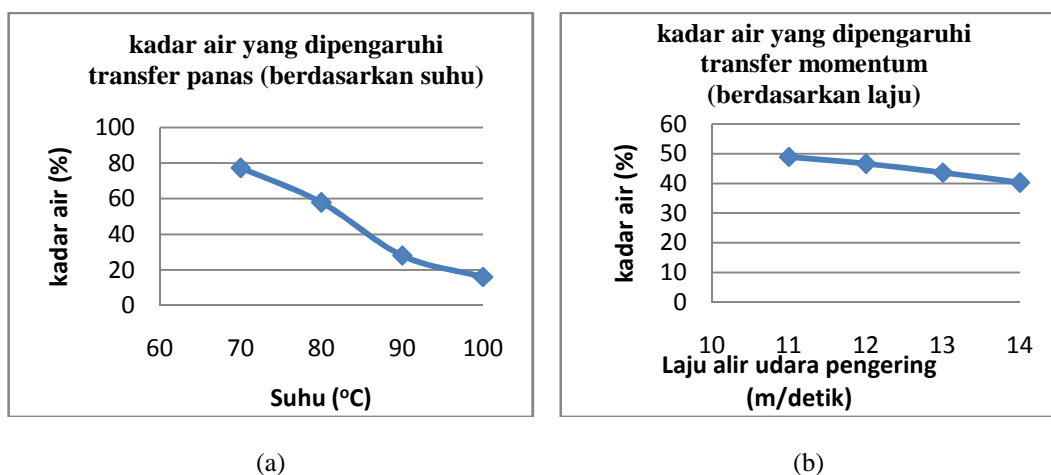
Proses Transfer Panas dan Transfer Momentum

Pada penelitian pengeringan karaginan menggunakan *spray dryer* ini terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air pada produk, diantaranya seperti suhu, kelembaban udara dan aliran udara. Penelitian kali ini menggunakan suhu dan laju alir pengering sebagai variabel bebasnya. Suhu mempengaruhi proses transfer panas dan laju alir udara pengering mempengaruhi proses transfer momentum.



Gambar 2. Grafik Hubungan Suhu dan Kadar Air pada Berbagai Laju Udara Pengering

Pada temperatur yang semakin tinggi dan dengan bertambahnya laju alir udara pengering, penurunan kadar air semakin meningkat seperti terlihat dalam gambar 4.1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa semua variabel kecepatan udara pengering pada berbagai temperatur terjadi penurunan kadar air karaginan. Hal ini dapat diartikan bahwa pada proses pengeringan terjadi proses transfer panas dan momentum yang mempengaruhi proses transfer massa air dari dalam karaginan ke udara pengering.



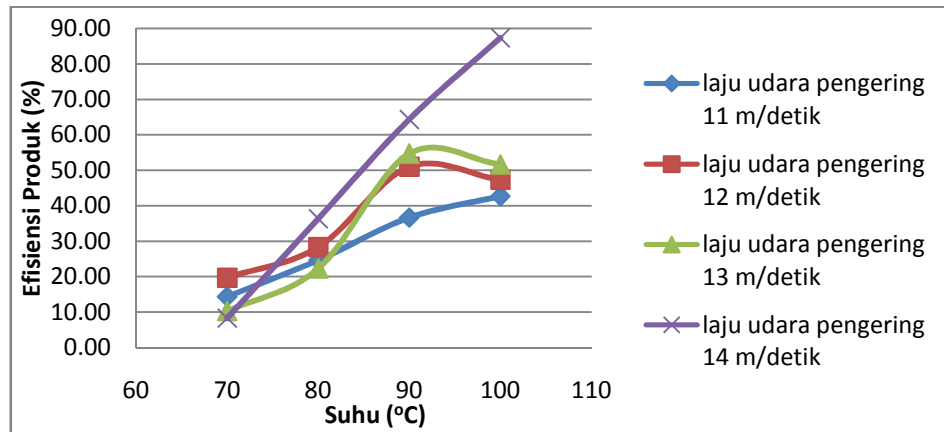
Gambar 3. Grafik Hubungan (a) Kadar Air yang Dipengaruhi Transfer Panas (Berdasarkan Suhu), (b) Kadar Air yang Dipengaruhi Transfer Momentum (Berdasarkan Laju Alir Udara Pengering)

Pada gambar 3. (a) dan (b) menunjukkan bahwa kadar air yang dipengaruhi transfer panas memiliki penurunan yang sangat signifikan dibandingkan pada penurunan kadar air yang dipengaruhi oleh transfer momentum. Hal ini membuktikan bahwa proses perpindahan massa pada pengeringan karaginan lebih dipengaruhi oleh proses transfer panas daripada proses transfer momentum.

Maka pada kenaikan suhu lebih terlihat pengaruhnya terhadap kadar air dibandingkan pada kenaikan laju alir pengering. Ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata kecepatan udara pengering terhadap laju pengeringan bila dibandingkan dengan suhu udara, karena kecepatan udara dipengaruhi oleh distribusi udara keluar dan masuk kolom pengering.

Efisiensi Produk

Efisiensi produksi bubuk merupakan perbandingan massa bubuk yang diperoleh dengan massa umpan, yang merupakan indikator performa alat (Hanny, 2009). Efisiensi produk akan mengalami peningkatan dengan semakin bertambah tingginya suhu dan kecepatan udara pengering. Hal ini diakibatkan karena suhu dan kecepatan udara yang tinggi akan mempercepat proses penguapan pada permukaan dan bagian dalam partikel karena adanya perbedaan tekanan uap cairan. Hasil percobaan terlihat pada gambar 4.2. dimana pada suhu yang sama dengan bertambahnya kecepatan udara pengering, efisiensi produk semakin meningkat.



Gambar 4. Grafik Hubungan Suhu dan Efisiensi Produk pada Berbagai Laju Pengering

Hal ini disebabkan karena pada kecepatan udara yang tinggi, perbedaan antara tekanan uap dari bahan dan udara semakin besar sehingga air yang berada dalam permukaan bahan semakin cepat menguap. Efisiensi produk dalam percobaan ini tidak ditentukan pada produk yang berupa serbuk karena produk yang dihasilkan pada alat *spray dryer* dalam percobaan masih berupa lempengan-lempengan seperti terlihat dalam gambar 4.4. Produk pengeringan *spray dryer* seharusnya dihasilkan produk yang berupa serbuk.



Gambar 5. Hasil Produk Karaginan

Sifat karaginan yang mudah mengental merupakan kendala saat proses penyemprotan, karena karaginan pasta yang terbentuk dapat menyumbat saluran dalam spray, sehingga spray macet. Kondisi ini mengakibatkan kadar air pada umpan cukup tinggi untuk mengurangi terjadinya pengentalan pada umpan (agar *viskositas* rendah). Kadar air yang masih cukup tinggi pada umpan karaginan menyebabkan jumlah massa yang disemprotkan dalam umpan lebih banyak komponen airnya daripada padatan karaginan sehingga udara panas sebagai pengering yang diberikan tidak mampu untuk menguapkan semua air yang ada. Diharapkan adanya pengkajian terhadap konsentrasi optimum umpan karaginan yang digunakan pada pengeringan menggunakan *spray dryer* ini.

Faktor lain adalah rendahnya suhu proses pengeringan meskipun sebelum dipanaskan udara pemanas kelembabannya telah diturunkan. Kondisi udara pengering pada suhu rendah diharapkan tidak akan merusak produk karaginan dan kelembaban udara yang rendah akan meningkatkan panas udara pengering tetapi desain alat dan kondisi proses yang telah dilakukan dalam percobaan belum mampu membentuk serbuk sebagai hasil akhir proses pengeringan *spray dryer* pada umumnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Kadar air produk karaginan dipengaruhi oleh suhu dan kecepatan udara pengering masuk kolom. Hasil karaginan dengan kadar air terendah yaitu sebesar 11,19 % dicapai pada kondisi proses dengan temperatur kolom 100°C dengan kecepatan udara pengering 14 m/detik. Dengan range suhu percobaan dari 70°C - 100°C dan range laju alir udara pengering 11 m/detik – 14 m/detik.
- Proses transfer panas (berdasarkan suhu) lebih mempengaruhi proses transfer massa daripada proses transfer momentum (berdasarkan laju alir udara pengering).
- Efisiensi produk proses pengeringan semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu dan kecepatan udara pengering. Nilai efisiensi produk proses pengeringan karaginan sebesar 83,33% didapatkan pada kondisi suhu 100°C dan kecepatan udara pengering 14 m/detik. Dengan range suhu percobaan dari 70°C - 100°C dan range laju alir udara pengering 11 m/detik – 14 m/detik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Rekayasa Proses dan Kimia atas kontribusinya sebagai tempat penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Dan, E.D., Dana, M.S., John, M.B., Rod, J.R., Lisa, J.G. and Ron, A.B. 2009. *A Model-Based Methodology for Spray-Drying Process Development*. J Pharm Innov 4:133-142
- Desmawarni, Sri Yuliani, Niken Harimurti dan Sri S. Yuliani. 2007. *Pengaruh Laju Alir Umpan dan Suhu Inlet Spray Drying pada Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe*. J.Pascapanen 4 (1) Hal 18-26.
- Edia Rahayuningsih, Suprihastuti Sri R, Ester Sasmita, Ginanjar Pamuji R, Abriyanto, Pambudi. 2006. *Penguapan Pelarut dari Tetesan Ekstrak dalam Pengering Sembur (Spray dryer)*. MEDIA TEKNIK No.4 Tahun XXVII No.ISSN 0216-3012 Hal. 67-73.
- Fadilah, Sperisa D, Dhian B.P, Rahmah M, YC. Danarto, Wiratni dan Moh. Fahrurrozi. 2010. *Pengaruh Metode Pengeringan dan Kualitas Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii**. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, 4-5 C-01- 6.
- Fadilah, Sperisa Distantina, YC. Danarto, Wiratni dan Moh. Fahrurrozi. 2009. *Pengaruh Kondisi Proses pada Pengolahan *Eucheuma cottonii* terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karaginan*. E K U I L I B R I U M Vol. 8. No.1. Hal 35-40.
- Fadilah, Sperisa Distantina, Rochmadi, Moh. Fahrurrozi, Wiratni. 2010. *Proses Ekstraksi Karaginan dari *Eucheuma cottonii**. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, C-21- Hal 1-6.
- Huang, L. and Mujumdar, A.S. 2004. *Spray Drying Technology* pp. In: Handbook of Guide to Industrial Drying. Principles, Equipment and New Developments., A.S. Mujumdar (Ed.) page145-148. India: Mumbai IWSID.
- I G. A. G. Bawa, A. A. Bawa Putra, dan Ida Ratu Laila. 2007. *Penentuan pH Optimum Isolasi Karaginan dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii**. JURNAL KIMIA 1 (1) Hal. 15-20.
- Indriyani, Rini. 2000. *Modifikasi Proses Pembuatan Tepung Agar-Agar dengan Menggunakan Pengering Semprot (Spray dryer) dan Pengering Drum (Drum Dryer)*. Bogor : Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Istini, S. dan Suhaimi. 1998. *Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional.
- Langrish, Tim and Don Chiou. 2008. *Producing Powders of Hibiscus Extract in a Laboratory-Scale Spray dryer*. International Jurnal of Food Engineering. Volume 4, Issue 3 Article 11.
- Made Vivi Oviantari dan I Putu Parwata. 2007. *Optimalisasi Produksi Semi Refined Carragenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Variasi Teknik Pengeringan dan Kadar Air Bahan Baku*. Bali: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora Lembaga Penelitian Undhiksa.
- Prasetyaningrum, A. dan Nur, R. 2007. *Perbaikan Proses Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut*. Semarang: Laporan Penerapan IPTEKDA LIPI Universitas Diponegoro.

R.P. Patel, M. P. Patel and A. M. Suthar. 2009. *Spray Drying Technology: an overview*. Indian Journal of Science and Technology. Vol.2 No.10 ISSN: 0974-6846.

Ratti, C. 2001. *Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review*. Journal of Food Engineering vol. 49, page 311-319.

Rini, Dian Kusuma dan Anthonius Lingga. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam untuk Dehumidifikasi*. Semarang: Skripsi Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.

Shanti, F. 2008. *Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Pengeringan Terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (Avverhoa bilimbi L.) Kering*. Riau: Sagu Vol.7 No.1 Hal 32-37.

Susanti, Pranatasari Dyah dan Sudin Panjaitan. 2010. *Manfaat Zeolit dan Rock Phosphat dalam Pengomposan Limbah Pasar*. Banjarmasin: Prosiding PPI Standardisasi.

Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operations*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Vistanty, Hanny. 2009. *Pengeringan Pasta Susu Kedelai Menggunakan Pengering Unggun Terfluidakan Partikel Inert*. Semarang: Tesis Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.