

## MAKALAH PENDAMPING : PARALEL B



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV**  
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi Profesional"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 31 Maret 2012



### **PENGERINGAN KARAGENAN DARI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* PADA SPRAY DRYER MENGGUNAKAN UDARA YANG DIDEHUMIDIFIKASI DENGAN ZEOLIT ALAM**

**Argoto Mahayana**

Program Studi D3 Analis Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia  
Korespondensi, telp : 081226144238, e-mail : amahayana@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Kualitas produk karagenan yang dihasilkan dalam industri salah satunya ditentukan oleh proses pengeringan. Pada umumnya proses pengeringan yang selama ini digunakan adalah dengan menggunakan drum dryer yang dilakukan pada kondisi suhu yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan kualitas produk karagenan yang dihasilkan menjadi turun. Dalam studi ini telah dilakukan kajian mengenai penggunaan spray dryer dengan variabel suhu dan kecepatan udara pengering terhadap kualitas karagenan dan efisiensi energi pada proses pengeringan. Selain itu juga dipelajari pengaruh absorber zeolit terhadap kelembaban relatif udara yang digunakan dalam proses pengeringan. Hasil studi menunjukkan bahwa temperatur kolom dan kecepatan udara pengering berpengaruh terhadap kualitas karagenan. Semakin tinggi suhu kolom dan semakin besar kecepatan udara pengering kualitas karagenan semakin baik yaitu pada suhu kolom 125°C dengan kecepatan udara 14 m/detik dihasilkan karagenan dengan kadar air 11,35%, Kekuatan gel 116 g/cm<sup>2</sup> dan efisiensi produk 0,92. Absorber zeolit berpengaruh terhadap kelembaban udara dimana kelembaban relatif mula-mula sebesar 70 % pada kecepatan udara 14 m/detik turun menjadi 15%. Efisiensi energi proses pengeringan semakin besar dengan semakin tinggi suhu pengeringan dan kecepatan udara yang besar. Nilai efisiensi energi proses yang didapatkan pada suhu kolom 125°C dan kecepatan 14 m/detik sebesar 83,52%.

**Kata kunci :** Pengeringan; spray dryer; dehumidifikasi; karagenan; zeolit.

#### **PENDAHULUAN**

Tanaman rumput laut (*seaweed*) dalam bahasa ilmiah dikenal dengan nama alga. Berdasarkan pigmen yang dikandung *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut dari kelompok *Rhodopyceae* (alga merah) yang mampu menghasilkan karagenan yang banyak digunakan dalam berbagai industri. Karagenan berfungsi untuk pengental, pengemulsi, pensuspensi, dan penstabil. Karagenan juga dipakai dalam industri pangan untuk memperbaiki penampilan produk kopi, bir, sosis, salad, es krim, susu kental, coklat, jeli. Industri farmasi memakai karagenan untuk

pembuatan obat, sirup, tablet, pasta gigi, sampo dan sebagainya.

Kualitas karagenan yang dihasilkan oleh industri dalam negeri sampai saat ini masih rendah karena berwarna coklat (*browning*) dan kadar air yang cukup tinggi yaitu diatas 20%. Hal ini kemungkinan terjadi saat pengeringan karagenan menjadi produk serbuk dilakukan pada kondisi suhu yang tinggi sehingga dihasilkan produk yang berwarna coklat. Selain itu sifat dari karagenan yang merupakan hasil pemisahan dari rumput laut yang berupa cairan kental dan lengket merupakan hambatan bagi pengolahan

produk ini menjadi bahan yang kering. Selama ini metode pengeringan karagenan menggunakan metode *drum dryer* atau *tray dryer*. Metode *drum dryer* mempunyai kekurangan yaitu dibutuhkan panas yang tinggi dan banyak panas yang hilang karena pelat pengering langsung kontak dengan udara, sedangkan metode *tray dryer* membutuhkan tempat yang relatif luas untuk mengatur ketebalan cairan/pasta karagenan yang dikeringkan.

Metode pengeringan yang langsung menghasilkan serbuk adalah dengan *spray dryer*. Metode *spray dryer* mengeringkan cairan kental/pasta 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. Proses pengeringan dengan cara *spray dryer* menjadi salah satu alternatif untuk dipergunakan dalam pengeringan karagenan menggantikan sistem pengering dengan *drum dryer* maupun *tray dryer* karena mempunyai efektifitas pengeringan yang baik sehingga dapat dioperasikan pada suhu yang relatif rendah dan dapat langsung menghasilkan produk serbuk.

Salah satu kendala yang dihadapi pada proses pengeringan dengan *spray dryer* di Indonesia adalah kondisi kelembaban udara yang cukup tinggi yang menyebabkan berkurangnya panas udara pengering. 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.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh temperatur dan laju alir udara pengering terhadap laju penguapan dan efisiensi produksi bubuk, mengkaji pengaruh temperatur dan kecepatan alir udara terhadap kualitas

produk yang dihasilkan meliputi kadar air dan kekuatan gel karagenan dan menentukan efisiensi proses pengeringan karagenan dengan *spray dryer*.

## PROSEDUR PERCOBAAN

Rumput laut yang telah kering dipisahkan dari pasir dan kotoran lainya sampai bersih kemudian direndam dalam air dengan perbandingan 1:20. Hasil rendaman rumput laut di dipotong kira-kira sepanjang 2 cm kemudian ditambahkan KOH sampai pH larutan menjadi 8,5 dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam sambil di aduk. Setelah dipanaskan larutan segera di saring dengan kain saring, filtrat di tampung dalam wadah kemudian di netralkan dengan menambahkan asam asetat glasial sampai pH larutan netral. Setelah filtrat dingin dilakukan pengendapan karagenan dengan menambahkan alkohol 90% dengan perbandingan 2:5.

Hasil karagenan setengah padat dikeringkan dengan *spray dryer* yang dilengkapi dengan zeolit sebagai penyerap kelembaban udara luar sebagai pengering. Variabel dalam penelitian ini adalah suhu kolom dan kecepatan udara pengering masuk. Analisis hasil karagenan kering yang dilakukan adalah *moisture content* / kadar air dan kekuatan gel (*gell strength*).

### Analisa Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan berdasarkan perbedaan bobot contoh sebelum dan sesudah pengeringan. Mula-mula cawan kosong dikeringkan dalam oven 100-105°C selama 30 menit dan didinginkan desikator kemudian ditimbang. Contoh sebanyak (2,0-3,0) gram dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama beberapa jam sampai beratnya konstan. Kemudian contoh yang sudah dikeringkan tersebut dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang.

### Kekuatan gell (*gell strenght*)

Larutan agar-agar disiapkan dengan konsentrasi 3,0 persen dalam air panas pada suhu 80°C diaduk selama 10 menit. Berat total sebelum dan sesudah pemanasan dijaga konstan. Larutan panas dimasukkan ke dalam cetakan yang berdiameter 3 cm dan tinggi 4 cm.

Larutan agar-agar dibiarkan membentuk gel selama satu malam.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Teksture Analyzer*. Gel dari cetakan ditempatkan pada alat pengukur. Kondisi pengukurannya yaitu :

- a. Batang penekan berdiameter 3,0 mm.
- b. Beban dan pegas diatur sampai dapat menembus gel.
- c. Laju penetrasi batang penekan diatur dengan kecepatan tertentu.

Setelah posisi batang penekan tepat ditengah permukaan gel, *Teksture Analyzer* diaktifkan sampai ditengah batang penekan menembus permukaan gel.

#### Efisiensi Produk

Efisiensi produksi bubuk dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\eta_{po} = \frac{m_{po} \times (1 - X_{po}) \times 100}{m_{pasta} \times (1 - X_{pasta})} \dots\dots (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Dehumidifikasi udara dengan zeolit

Zeolit merupakan salah satu mineral yang efektif jika digunakan dalam proses penyerapan kelembaban udara karena struktur molekulnya yang berpori sehingga. Kemampuan zeolit menyerap kelembaban udara akan meningkat setelah dilakukan aktivasi untuk membersihkan pori dari kotoran sehingga memperbanyak jumlah pori yang berada dalam butiran zeolit.

Zeolit yang telah diaktifasi dalam percobaan ini mampu menyerap kelembaban udara sebagai pengering seperti yang terlihat pada gambar 1 yang ditunjukkan dengan menurunnya kelembaban relatif (*relative humidity*). Pada grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan udara dan waktu kontak berpengaruh terhadap kemampuan zeolit menyerap kelembaban udara. Kecepatan udara yang tinggi mempengaruhi penurunan kelembaban hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan udara menyebabkan semakin besar kemampuan udara untuk berdifusi kedalam pori-pori zeolit sehingga semakin banyak jumlah uap air yang dapat diserap oleh zeolit.

dimana :

- $\eta_{po}$  = efisiensi produksi bubuk
- $m_{po}$  = massa bubuk
- $X_{po}$  = moisture content bubuk
- $m_{pasta}$  = massa umpan pasta
- $X_{pasta}$  = moisture content umpan pasta

### Efisiensi Energi

Efisiensi energi merupakan parameter yang ditentukan dari proses pengeringan dengan menghitung jumlah panas yang digunakan dalam proses dibagi dengan total jumlah panas yang masuk. Panas dapat dihitung dengan persamaan [1] :

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- Q = Panas (kalori)
- M = berat zat (g)
- Cp = kapasitas panas (kal/g°C)
- ΔT = selisih suhu awal dan akhir (°C)

Kondisi penyerapan yang paling baik terjadi pada kecepatan udara 14 m/detik terlihat bahwa kelembaban udara mula-mula 70% setelah melewati kolom zeolit kelembaban turun menjadi 15%. Fakta ini menunjukkan bahwa kelembaban menurun dengan cepat pada laju aliran udara yang tinggi karena meningkatkan koefisien perpindahan massa antara udara dan zeolit [2]. Setelah kelembaban turun dan mencapai batas minimal kemampuan zeolit menyerap kelembaban tidak berubah hal ini disebabkan oleh karena jumlah uap air yang telah diadsorpsi oleh zeolit yang berada dalam pori kristal mencapai batas kejenuhan sehingga tidak mampu lagi untuk menyerap uap air yang lebih besar.

Temperatur udara yang telah dehumidifikasi akan meningkat pada saat kelembaban udara turun. Hal ini sesuai dengan pernyataan [3] bahwa penurunan kelembaban relatif berhubungan dengan kenaikan suhu udara.

### Pengaruh temperatur pengeringan terhadap kadar air produk

Pengeringan karagenan dengan spray dryer pada penelitian ini termasuk dalam metode pengeringan secara mekanik. Menurut Taib dkk dalam [4] metoda pengeringan secara mekanik faktor-faktor

seperti suhu, kelembaban udara dan aliran udara dapat mempengaruhi proses pengeringan yang berlangsung. Faktor-faktor tersebut diduga yang menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air.

Hasil penelitian seperti terlihat pada gambar 2 menunjukkan bahwa kadar air karagenan yang dihasilkan dari pengeringan dengan spray dryer dipengaruhi oleh suhu dan kecepatan udara pengering. Produk karagenan yang dihasilkan pada suhu dan kecepatan udara pengeringan tertinggi yaitu pada 125°C dan 14 m/detik mempunyai kadar air paling rendah yaitu 11,35% dibandingkan dengan pengeringan yang dilakukan pada suhu dan kecepatan udara pengering sebelumnya yaitu antara 105 - 120°C dan pada kecepatan udara 8 - 12 m/detik.

#### **Pengaruh kecepatan udara terhadap kadar air produk**

Kecepatan udara pengering merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pengeringan secara mekanik. Kecepatan udara pengering berpengaruh terhadap kecepatan difusi panas dari udara kedalam molekul bahan sehingga meningkatkan temperatur molekul di dalam bahan. Peningkatan temperatur didalam molekul air menyebabkan tekanan uap air didalam molekul bertambah sehingga air yang berada dalam bahan semakin mudah keluar dari molekul bahan [5].

Bertambahnya kecepatan udara pengering akan meningkatkan difusi panas udara ke dalam butiran-butiran umpan sehingga meningkatkan jumlah air yang dapat diuapkan. Hal ini dapat terlihat pada kecepatan udara pengering 14m/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 dengan kolektor produk pada bagian akhir kolom menyebabkan distribusi udara yang keluar tidak lancar.

Proses pengeringan pada kecepatan udara pengering 10 m/detik 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.

Setelah temperatur semakin tinggi dan dengan bertambahnya kecepatan udara pengering penurunan kadar air semakin meningkat seperti terlihat dalam gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa semua variabel kecepatan udara pengering pada berbagai temperatur terjadi penurunan kadar air karagenan. Hal ini dapat diartikan bahwa pada proses pengeringan terjadi proses transfer panas dan massa antara udara pengering dan kelembaban yang ada di dalam karagenan dan penurunan kadar air paling baik terjadi pada kecepatan udara 14 m/detik.

#### **Kekuatan gel**

Kekuatan gel merupakan suatu beban maksimum yang dibutuhkan untuk memecahkan matrik polimer pada darah yang dibebani [4]. Semakin berat beban yang diperlukan, maka kekuatan gel yang dihasilkan akan semakin tinggi. Kemampuan membentuk gel merupakan salah satu sifat karagenan yang menjadi dasar penggunaannya pada berbagai industri. Kekuatan gel karagenan dipengaruhi oleh suhu pengeringan dimana semakin tinggi suhu kekuatan gel akan semakin turun.

Hasil penelitian seperti yang terlihat dalam tabel 1 menunjukkan bahwa kekuatan gel karagenan yang dihasilkan dengan menggunakan pengering semprot pada suhu pengeringan 125°C pada kecepatan udara pengering 8 sampai dengan 14 m/detik berkisar antara 62.71 sampai 116 g/cm<sup>2</sup>. Menurut Chapman dan Chapman (1980) yang dikutip [6] menyatakan bahwa kekuatan gel karagenan *Eucheuma cottoni* antara 26,09 g/cm<sup>2</sup> sampai 334,0 g/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan data di atas maka kekuatan gel karagenan hasil pengeringan dengan *spray dryer* berada pada kisaran standar.

Proses pengeringan yang digunakan dalam penelitian ini diduga tidak mempengaruhi kekuatan gel karagenan yang dihasilkan. Hasil kekuatan gel yang

diperoleh dari tepung karagenan tidak terlalu tinggi kemungkinan ini disebabkan oleh bahan baku rumput laut kering yang digunakan telah mengalami pengolahan awal. Bahan baku yang digunakan untuk membuat karagenan sebaiknya rumput laut yang masih segar yang hanya mengalami pencucian dengan air tanpa penambahan zat kimia yang menyebabkan kerusakan.

### **Efisiensi produk**

Efisiensi produksi bubuk merupakan perbandingan antara 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 dimana pada suhu yang sama dengan bertambahnya kecepatan udara pengering, efisiensi produk semakin meningkat.

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 6. Produk pengeringan *spray dryer* seharusnya dihasilkan produk yang berupa serbuk.

kondisi kadar air yang masih cukup tinggi pada umpan karagenan menyebabkan jumlah massa yang disemprotkan dalam umpan lebih banyak komponen airnya daripada padatan karagenan sehingga udara panas sebagai pengering yang diberikan tidak mampu untuk menguapkan semua air yang ada.

### **Efisiensi panas**

Pada akhir proses pengeringan dilakukan analisis efisiensi proses pengeringan. Hasil analisis efisiensi panas untuk pengeringan karagenan disajikan pada tabel 2.

Dalam tabel 2 terlihat bahwa pada kondisi suhu yang sama dengan kecepatan udara yang berbeda efisiensi panas semakin menurun tetapi penurunan efisiensi panas relatif kecil yaitu rata-rata sebesar 0,6%. Efisiensi panas terbesar terjadi pada proses dengan kondisi kecepatan udara 10 m/detik pada suhu 105°C dengan nilai efisiensi sebesar 94.15%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa pada kecepatan udara berpengaruh kecil terhadap efisiensi proses. Hal ini disebabkan karena pada kecepatan udara yang semakin tinggi, panas udara pengering tidak mampu bertumbukan maksimal dengan umpan. Suhu proses yang semakin tinggi pada proses pengeringan menyebabkan panas tidak dapat dipindahkan karena banyak panas yang hilang ke sekeliling alat sehingga efisiensinya menjadi turun.

### **KESIMPULAN**

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

1. Pada proses dehumidifikasi udara pengering dengan zeolit alam, kelembaban relatif udara turun dan dipengaruhi oleh kecepatan udara masuk dalam kolom zeolit alam. Penurunan kelembaban relatif udara turun dari mula-mula 70 % menjadi 15 %. Penurunan kelembaban relatif ini diikuti dengan kenaikan temperatur udara yang semula 28°C menjadi 42°C.
2. Kadar air produk karagenan dipengaruhi oleh suhu dan kecepatan udara pengering masuk dalam kolom . Hasil karagenan dengan kadar air terendah yaitu sebesar 11,35% dicapai pada kondisi proses dengan temperatur kolom 125°C dengan kecepatan udara pengering 14 m/detik.
3. Kekuatan gel (*gell strength*) produk karagenan pada temperatur yang sama semakin meningkat dengan semakin tingginya kecepatan udara pengering. Kekuatan gel yang dihasilkan pada



- kecepatan udara 14 m/detik sebesar 116 g/cm<sup>2</sup> yang masih berada dalam kisaran standar yaitu 26,09 g/cm<sup>2</sup> sampai 334,0 g/cm<sup>2</sup>.
4. Efisiensi produk karagenan pada suhu yang sama semakin meningkat dengan bertambah tingginya kecepatan udara pengering. Nilai efisiensi produk karagenan yang dihasilkan sebesar 0,92 dan ditentukan pada produk yang masih berupa lempengan-lempengan.
  5. Efisiensi energi proses pengeringan semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu dan kecepatan udara pengering. Nilai efisiensi proses pengeringan karagenan sebesar 83,52% didapatkan pada kondisi suhu 125°C dan kecepatan udara 14 m/detik.

**UCAPAN TERIMAKASIH.**

Penulis ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan kontribusi pada penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

**DAFTAR RUJUKAN**

[1] Smith, J.M. and Van Ness, H.C.. (1987). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Fourth Edition. Mc.Graw-Hill. Singapore.

[2] Rosalam, S., Tracy, W., Awang, B. and Duduku, K. (2010). *Kinetic and Thermodynamic Characteristics of Seaweed Dried in the Convective Air Drier*. International Journal of Food Engineering. Volume 6, Issue 5. Article 7.

[3]Zhang, J. and Wu, Y.(2010). *Experimental Study on Drying High Moisture Paddy by Heat Pump Dryer with Heat Recovery*. International Journal of Food Engineering. Volume 6, Issue 2 2010 Article 14.

[4]RINI, I. (2000). *Modifikasi Proses Pembuatan Tepung Agar-agar dengan Menggunakan Pengering Semprot (Spray Dryer) dan Pengering Drum (Drum Dryer)*.. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

[5]Dan E. Dobry, Dana M. Settell, John M. Baumann, Rod J. Ray, Lisa J. Graham & Ron A. Beyerinck. (2009). *A Model-Based Methodology for Spray-Drying Process Development*. J Pharm Innov (2009) 4:133–142.

[6]Eko, P. (2005). *Pengaruh Campuran Kappa dan Iota Karagenan Terhadap Kekuatan Gel dan Viskositas Karagenan Campuran*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

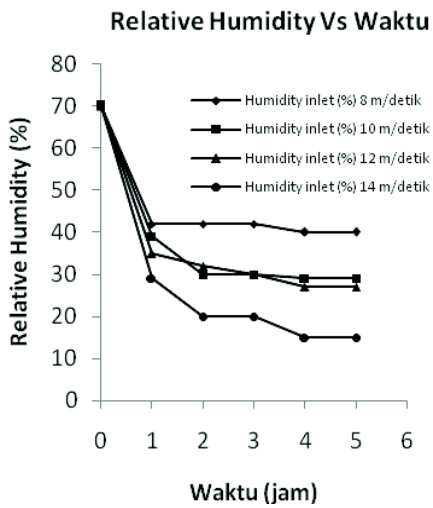
**LAMPIRAN**

Tabel 1. Kekuatan Gel Produk Karagenan

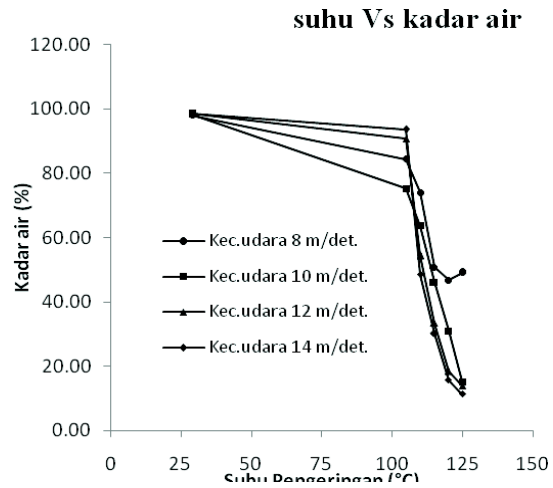
Suhu pengering 125°C Kecepatan udara (m/det.)	Kekuatan gel (g/cm2)
8	62.71
10	74.57
12	89.6
14	116

Tabel 2. Efisiensi energi proses pengeringan

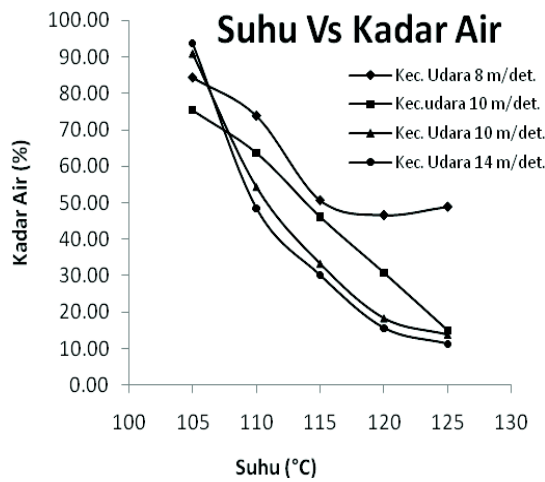
Kec. udara (m/det)	Efisiensi Panas (%)				
	105°C	110°C	115°C	120°C	125°C
10	94.19	88.00	85.05	84.75	82.30
12	92.50	90.21	86.91	82.77	82.61
14	90.90	88.65	85.36	85.02	81.14



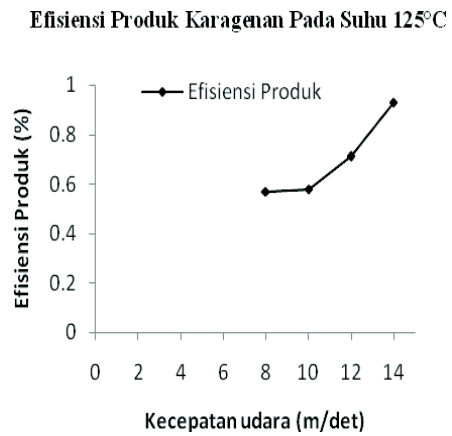
Gambar 1. Hubungan antara kelembaban relatif (*relative humidity*) dengan waktu absorpsi pada berbagai kecepatan udara



Gambar 2. Hubungan antara suhu pengeringan dengan kadar air



Gambar 3. Hubungan antara suhu pengeringan dengan kadar air pada berbagai kecepatan udara



Gambar 4. Efisiensi produk pengeringan dengan spray dryer



Gambar 5. Hasil pengeringan karagenan

**Tanya Jawab :**

**Nama Penanya : Priyadi**

**Pertanyaan :**

1. Alkali panas yang digunakan? Apa tidak karsinogenik?
2. Suhu yang dipakai?

**jawaban :**

1. KOH pada proses eliminasi kemudian dinetralkan dengan asam asetat glasial sampai pH netral (7).
2. Suhu yang digunakan mulai dari 105, 110, 115, 120, 125°C ( temperatur pengeringan dalam kolom spray dryer). Tujuannya agar karagenan tidak menjadi cokelat dan gell strenght tidak rendah.