



## Kombinasi Proses *Cold Gelation* dan *Foam Mat Drying* Pada Karakteristik Produk Karagenan

Aji Prasetyaningrum\*), Gunawan W. Santosa\*\*), Y. Dharmawan\*\*\*), Moh Djaeni\*)

\*) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

\*\*\*) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro

\*\*\*\*) Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia

Email: [ajiprasetyaningrum@gmail.com](mailto:ajiprasetyaningrum@gmail.com)

### Abstract

*Carrageenan is widely used for industrial food as thickening, gelling and stabilizing agents. Gel formation and drying process give effect the quality of carrageenan product. Normally, gel formation of carrageenan by heating and resulting decreasing quality of carrageenan. Ultrasound-assisted cold gelation of kappa carrageenan is new technology for industrial food, and it has several advantages: improvement of rheological properties and product quality, reduce the heat requirement, enhance gel quality, energy efficient, minimizing the using of additional material. Drying is the last step to find carrageenan product. Currently, the carrageenan drying still deals with too long drying time. This because, during the process carrageenan and water forms gel structure in which hampers the water diffusion to the surface. Foaming agent introduction such as egg white can be considered to break the gel structure and make the drying process being smooth and fast. In general, this study aims to improve the characteristics of carrageenan products through ultrasound-assisted cold gelation and foam mat drying process. The results showed that the gelation treatment (cold gelation) can increase the ultrasonic assisted carrageenan gel strength is 1339,86 g / cm<sup>2</sup>. This result is higher than the gelation process with heating for 120 minutes (550.40 g / cm<sup>2</sup>). For 16 minute cold gelation with ultrasonication process give mechanical properties of gel strength (1339,86 g / cm<sup>2</sup>), hardness (41.75 gf), cohesiveness (0.35), springiness (1.75 mm) and adhesion (0.025 mj). The combination of foam mat drying method can foam created the porous structure in which increased the surface area for drying. As a result, drying time can be shortened. Results showed that the drying time was shortened with the presence of egg white as well as the increase of air temperature. The drying time at air temperature 80 C with 20% egg white was about 20-25 minutes shorter than that of without foam. The data on these results indicate that treatment of ultrasonic waves on carrageenan gel formation and foam mat drying is a potential option that is used to produce carrageenan with high gel strength economically and safely used in food product applications.*

*Keywords: [kappa-carrageenan, cold gelation, ultrasonic, foam mat drying, rheological properties]*

### Pendahuluan

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid polisakarida galaktan sulfat hasil ekstraksi rumput laut dalam air atau larutan alkali dari alga merah (*Rhodophyceae*). Karagenan berfungsi sebagai *thickening, gelling* dan *stabilizing agents* sertadigunakan dalam sebagian besar pada industri makanan, seperti saus, daging, dan *food dairy products*. Dalam industri makanan, karagenan banyak digunakan karena sifat fungsionalnya, seperti pengental, pembentuk gel, dan kemampuan menstabilkan. Karagenan juga digunakan dalam berbagai produk selain makanan, seperti farmasi, kosmetik, percetakan, dan formulasi tekstil (Campo *et al.*, 2009). Selain itu karagenan juga mulai dikembangkan dalam biomedis sebagai antioksidan, antikoagulan, antiviral, antikanker dan anti-inflamasi (Wijesekara *et al.*, 2011).

Ketepatan pemilihan teknologi pada proses pembuatan SRC dan RC dapat mempengaruhi kualitas karagenan yang dihasilkan. Salah satu indikator kualitas produk karagenan untuk aplikasi industri makanan adalah nilai *gel strength*. Selama ini produk karagenan yang ada di pasaran memiliki mutu produk dan nilai *gel strength* yang relatif rendah (<1100 g/cm<sup>2</sup>). Pembentukan gel dipengaruhi oleh adanya perbedaan jumlah, tipe dan posisi gugus sulfat pada karagenan. Peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6-anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya (Campo *et al.*, 2009).





Suatu terobosan baru dalam bidang pengolahan produk pangan adalah penggunaan teknologi berbantu gelombang ultrasonik. Berdasarkan range frekuensi, aplikasi teknologi ultrasonik dalam pemrosesan bahan makan dibagi menjadi dua, yaitu *Low Power Ultrasound* (LPU) dan *High Power Ultrasound* (HPU). LPU banyak digunakan untuk proses yang *non-destructive* dan sistem kontrol kualitas produk makanan. Sedangkan HPU memberikan pengaruh fisik, mekanik dan sifat kimia/biokimia pada makanan (TS Awad *et al.*, 2012).

Keuntungan terbesar dari pembentukan gel karagenan berbantu ultrasonik adalah menjaga kualitas tekstur gel, hemat energi dan prosesnya lebih aman, sederhana, efektif dan efisien. Selain itu pembentukan gel karagenan berbantu ultrasonik potensial digunakan untuk komponen bahan yang tidak tahan terhadap panas dan komponen bioaktif karena dapat bekerja pada suhu rendah. Penggunaan gelombang dengan frekuensi tertentu dapat meningkatkan sifat tekstur gel karagenan, seperti kekerasan gel (Farahnaky, A., *et al.*, 2013). Proses gelasi karagenan berbantu gelombang ultrasonik merupakan alternatif proses yang potensial pada pembuatan gel karagenan berkualitas dengan sifat dan karakteristik sesuai standar FAO.

Proses pengeringan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas produk karagenan. Biasanya pengeringan karagenan membutuhkan waktu 2,5 jam dengan kondisi suhu diatas  $80^{\circ}\text{C}$ . Tari dan Pekcan (2008) menyatakan bahwa waktu pengeringan karagenan berkisar 5 jam pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dengan nilai shrinkage sekitar 70-80% dari volume awal. Permasalahan utama pada pengeringan karagenan adalah pembentukan gel dari polisakarida tersebut, sehingga menghalangi air keluar dari permukaan bahan. Foam-mat drying yang bekerja pada suhu medium merupakan opsi yang potensial untuk pengeringan karagenan (Kudra *et al.*, 2006; Ratti *et al.*, 2006). Pada pengeringan dengan foam, transformasi cairan menjadi lebih mudah. Struktur foam akan meningkatkan luas perpindahan massa bahan, yang dapat mempercepat pergerakan cairan untuk proses penguapan (Djaeni *et al.*, 2012) Foam yang stabil dapat dihasilkan dengan penambahan protein. Protein dapat mengurangi tegangan muka sehingga mempercepat pengeringan (Prinss *et al.*, 1988).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan proses *cold gelation* berbantu ultrasonik dan *foam mat drying* untuk meningkatkan mutu produk karagenan. Akan dipelajari pengaruh ultrasonik(US) dan penambahan ion *Potassium Chlorida* (KCl) terhadap karakteristik produk gel *kappa* karagenan dengan perlakuan US-KCl dan KCl-US. Selanjutnya akan dipelajari pengaruh pengeringan dengan *foam mat drying* terhadap waktu pengeringan dan karakteristik produk karagenan.

## Metodologi

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *semi-refined carrageenan* (SRC) yang diperoleh dari CV Karagen Indonesia Terboyo Semarang. Bahan-bahan kimia yang digunakan selama penelitian adalah kalium klorida (KCl) (*E Merck catalog* 1.04936), dan aquades. Untuk pengeringan dengan foam mat drying dibutuhkan tambahan bahan putih telur dengan komposisi 20% dalam campuran karagenan yang akan dikeringkan. Kadar air pada uji awal 4,5 gram air/gram berat kering karagenan (kadar air 90 % basis basah).

Peralatan yang digunakan untuk penelitian adalah ultrasonik Krisbow, beaker glass, cetakan silinder (diameter 4 cm dan volume 50 ml), heater, timbangan analitik, cawan porselen, labu erlenmeyer, pengaduk, corong, pipet, thermometer, baskom, nampan plastik, gunting dan magnetik stirrer. Sedangkan proses pengeringan dengan peralatan tray drier. Alat yang digunakan untuk analisis mutu karagenan adalah *texture analyzer* model : *CT-3 Brookfield*.

### Metode Penelitian

Tahap persiapan bahan dilakukan dengan membuat larutan *kappa* karagenan konsentrasi 0,4% (b/v). Selanjutnya, dibuat larutan KCl konsentrasi 0,12% (b/v) pada suhu ruang dan diaduk selama 15 menit. Untuk sampel pertama, larutan karagenan tersebut di larutkan ke dalam larutan KCl dengan pengadukan secara kontinyu pada magnetic stirrer pada suhu ruang selama 15 menit kemudian dilakukan metode *ultrasonication*. Sampel ini disebut KCL-US. Untuk sampel kedua, larutan karagenan dilakukan perlakuan ultrasonik dahulu. Setelah itu tambahkan larutan KCl. Sampel ini disebut US-KCl. Untuk mendapatkan pengujian gel, kedua sampel tersebut masing-masing dituangkan ke dalam cetakan silinder (diameter 4 cm dan volume 50 ml) dan ditutup dengan pelat kaca untuk menghindari hilangnya kelembaban. Kemudian sampel-sampel tersebut di simpan ke dalam ruang pendingin dengan suhu  $5^{\circ}\text{C}$  selama 16 jam. Sedangkan pada proses pengeringan dilakukan sampai kadar air mencapai 0,1 gram air/gram berat kering karagenan. Selama proses pengeringan berat bahan ditimbang setiap 10 menit. Waktu untuk pengeringan divariasikan pada suhu ( $60, 80$  dan  $100^{\circ}\text{C}$ ) dengan kecepatan udara masuk 3,5 m/s.

### Analisis Gel *Kappa*-Karagenan

Analisa hasil ini pada proses pembentukan gel meliputi analisa profil tekstur (*hardness, springiness, cohesiveness, adhesion*) dan analisa *gel strength* (kekuatan gel). Analisa profil tekstur menggunakan alat



Texture Analyzer Model : CT-3 Brookfield. Alat ini menggunakan trigger: 0,5 g, deformation: 3 mm, kecepatan: 1 mm/detik dan probe: spherical. Pengukuran *gel strength* dilakukan dengan cara larutan karagenan yang telah dilakukan perlakuan ultrasonik dimasukkan ke dalam cetakan berdiameter kira-kira 4 cm dan dibiarkan di dalam pendingin pada suhu 5°C selama 16 jam. Kemudian gel karagenan dalam cetakan dimasukkan ke dalam alat Texture Analyzer tersebut. Analisa kadar air pada pengeringan karagenan menggunakan metoda gravimetri dan kondisi udara masuk (suhu dan relative humidity) diukur dengan humidity sensors KW0600561, Krisbow®.

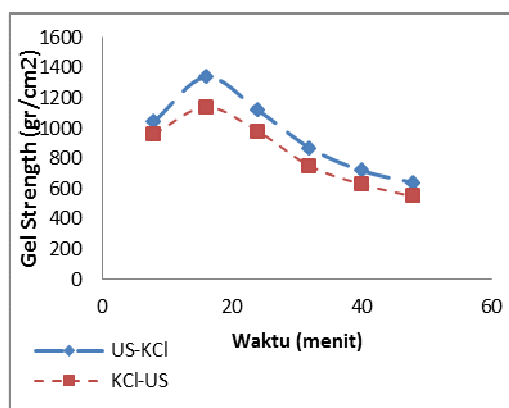
## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Produk Gel Karagenan

Pada penelitian ini, dibandingkan karakteristik gel karagenan dengan dua perlakuan yaitu metode konvensional (pemanasan) dan metode ultrasonikasi. Pada metode pemanasan dilakukan pada suhu 80°C selama 30 – 120 menit yang ditunjukkan pada tabel 1. Sedangkan perlakuan pembentukan gel dengan metode ultrasonikasi yang dilakukan pada suhu ruang selama 8 – 48 menit yang ditunjukkan pada gambar 1.

Tabel 1. Analisa *Gel Strength* Karagenan dengan pemanasan

Waktu (menit)	<i>Gel Strength</i> (g/cm <sup>2</sup> )
30	0
60	119,40
120	550,40



Gambar 1. *Gel Strength* Karagenan dengan Perlakuan Ultrasonik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *gel strength* tertinggi pada proses gelasi dengan metode pemanasan selama 120 menit yaitu sebesar 550,40 g/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada metode ultrasonikasi (grafik 1) nilai *gel strength* tertinggi didapat pada perlakuan US-KCl selama 16 menit yaitu sebesar 1339,86 g/cm<sup>2</sup>. Nilai *gel strength* pada metode ultrasonikasi (US-KCl dan KCl-US) secara signifikan lebih tinggi daripada gel dibuat dengan metode pemanasan konvensional. Meskipun demikian peningkatan waktu sonikasi (di atas 16 menit), memiliki dampak negatif pada struktur mikro gel yang disiapkan karena lamanya waktu ultrasonik menyebabkan kavitasasi dan gaya geser tinggi yang dapat melemahkan jaringan gel.

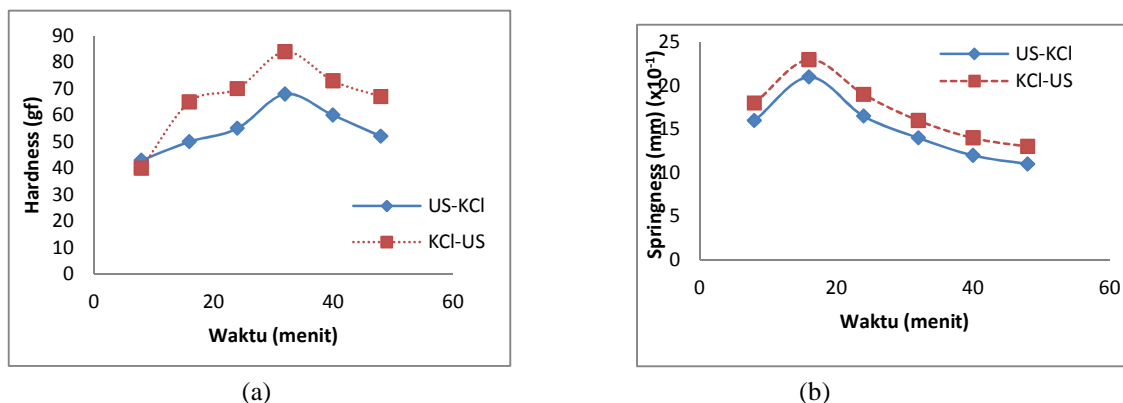
Selain *gel strength*, diuji sifat tekstur gel yang lain yaitu *hardness*, *springiness*, *cohesiveness*, dan *adhesion*. Pada proses ini akan dibandingkan digunakan perlakuan ultrasonik dan penambahan KCl dengan sistem (US-KCl dan KCl-US). Hasil penelitian menunjukkan data sebagai berikut:

#### **Hardness**

*Hardness* didefinisikan sebagai kekuatan maksimum yang diperlukan untuk mengompresi setiap *specimen*.

Pada percobaan diperoleh hasil bahwa nilai *hardness* tergantung pada waktu sonikasi Untuk sampel KCl-US, *hardness* meningkat menjadi maksimum 84 gf setelah 32 menit dari *ultrasonication*. Setelah itu, nilai *hardness* gel US-KCl dan KCl-US menurun. Hal ini disebabkan dengan penambahan waktu ultrasonikasi, maka cenderung

terjadi pemutusan ikatan  $\beta$ -D-glikosida yang terdapat pada molekul karagenan sehingga terjadi penurunan nilai hardness bahan. (gambar 2 a).



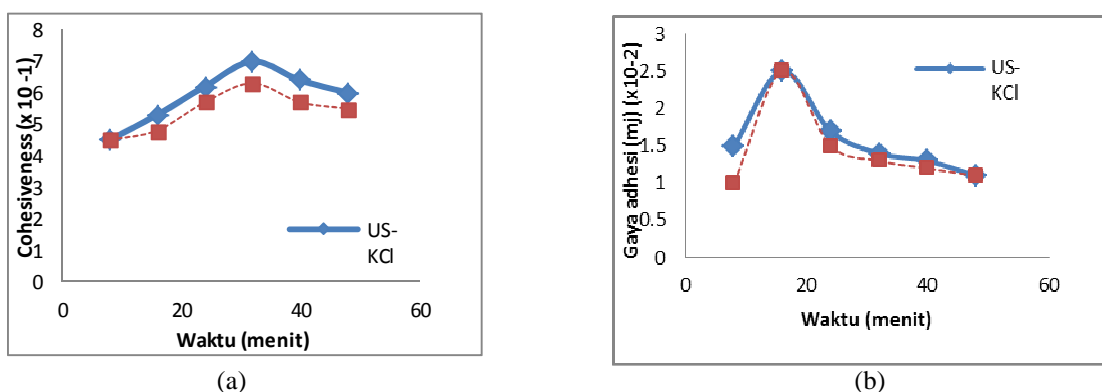
Gambar 2. (a) Uji hardness dan (b) springiness pada gel karagenan dengan perlakuan US-KCl dan KCl-US

### Springness (daya pegas)

Daya pegas adalah persepsi kekenyalan gel dan merupakan ukuran struktur gel dipecah pada kompresi awal (Sanderson, 1990). Jika struktur gel dapat dipecah menjadi beberapa potongan besar selama kompresi maka uji springness tersebut menunjukkan bahan sangat kenyal sedangkan daya pegas yang rendah dapat menyebabkan gel pecah menjadi banyak potongan-potongan kecil. Gel yang kurang kenyal, seperti gel *low-pektin metoksil*, karagenan dan agar-agar akan lebih mudah pecah selama pengunyahan (Marshall & Vaisey, 1972). Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa perlakuan KCl-US memberikan springiness tertinggi, yaitu 2,3 mm dalam waktu 16 menit. Nilai-nilai springness menunjukkan penurunan setelah perlakuan *cold gelation* lebih dari 16 menit (gambar 2b). Secara keseluruhan, nilai-nilai springness menunjukkan bahwa setelah terjadi gelasi dingin berbantu ultrasonik gel menjadi lebih elastis, tetapi waktu ultrasonikasi yang terlalu lama akan mengurangi daya pegas / kelenturan gel.

### Cohesiveness

Cohesiveness adalah ukuran tingkat kesulitan dalam mengurai struktur internal gel (Sanderson, 1990 ; Wolf *et al.*, 1989). Pengaruh *ultrasonication* pada waktu yang berbeda dan keberadaan ada atau tidaknya KCl selama perlakuan ultrasonik pada nilai cohesiveness gel karagenan disajikan pada gambar 3a. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa gel yang disiapkan oleh ultrasonik agak rentan terhadap tekanan mekanis. Secara umum cohesiveness gel US-KCl agak lebih tinggi dari gel KCl-US. Nilai Kohesivitas tertinggi (0,705) diperoleh untuk sampel US-KCl setelah 32 menit *ultrasonication*. Hasilnya menunjukkan bahwa struktur internal gel US-KCl memiliki integritas lebih tinggi dan lebih sulit untuk diurai daripada gel KCl-US.



Gambar 3 (a). Uji cohesiveness dan (b) Uji adhesi pada gel dengan perlakuan US-KCl dan KCl-US

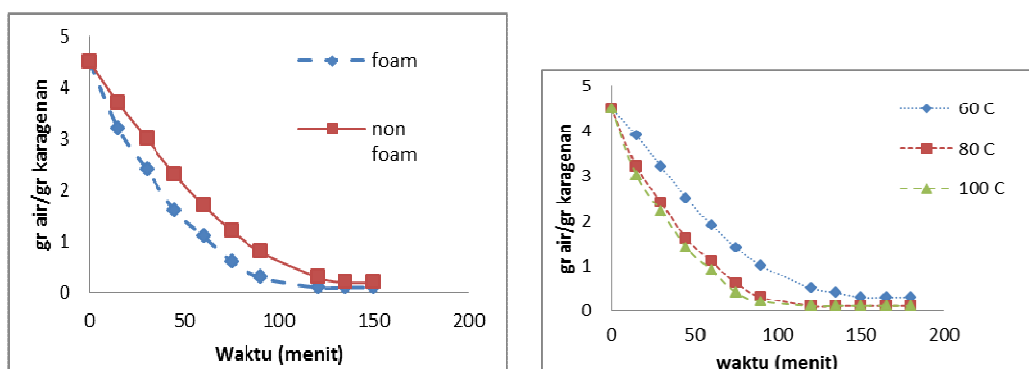
### Adhesion (daya lekat)

Adhesion adalah ukuran tingkat kemampuan permukaan bahan untuk mengikat/melekat bersama sehingga tahan terhadap pemisahan. Pengaruh *ultrasonication* pada waktu yang berbeda dan keberadaan ada atau tidaknya KCl selama perlakuan ultrasonik pada nilai adhesion gel karagenan disajikan pada gambar 3b. Secara umum nilai-nilai adhesion menunjukkan hasil yang hampir mirip dan tidak berpengaruh secara signifikan pada kedua metode

tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Farahnaky *et al.*, (2013). Nilai *adhesion* tertinggi (0,0025) diperoleh pada gel dengan metode ultrasonikasi selama 16 menit.

### Pengeringan dengan foam mat drying

Pada penelitian ini diuji pengaruh penambahan foam pada pengeringan karagenan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air pada bahan lebih cepat turun untuk aplikasi pengeringan dengan foam, dibandingkan pengeringan tanpa foam. Hal ini disebabkan pada penambahan foam akan mengurangi tegangan muka pada gel karagenan, sehingga meningkatkan diffusivitas dan waktu pengeringan menjadi lebih cepat. Untuk penghilangan kandungan air sampai 98% dibutuhkan waktu 110-120 menit. Hasil tersebut sekitar 20-25 menit lebih cepat daripada tanpa penggunaan foam.



Gambar 4 (a). Laju pengeringan dengan foam dan non foam (b) Laju pengeringan untuk variasi suhu

Untuk pengeringan dengan variasi suhu (60, 80 dan 100 C), diperoleh hasil bahwa pengeringan dengan foam mat drying baik memberikan hasil signifikan pada suhu 80°C, komposisi foam (20%) dan waktu pengeringan 120 menit.

### Kesimpulan

1. Proses pembentukan gel dengan ultrasonic mampu meningkatkan gel strength hingga 1339,86 g / cm<sup>2</sup>. Hasil ini lebih tinggi daripada pembentukan gel dengan pemanasan selama 120 menit (550.40 g / cm<sup>2</sup>).
2. Untuk perlakuan ultrasonik selama 16 menit memberikan hasil *hardness* (41.75 gf), *cohesiveness* (0.35), *springness* (1.75 mm) dan *adhesion* (0.025 mj).
3. Kombinasi metode *foam mat drying* dapat memperluas struktur pori dan meningkatkan luas permukaan pengeringan, sehingga waktu pengeringan lebih cepat.
4. Pada kondisi pengeringan 80 C dengan foam putih telur 20% dapat mempercepat waktu pengeringan 20-25 menit.
5. Perlakuan pembentukan gel dengan ultrasonic dan pengeringan dengan foam mat drying merupakan opsi yang potensial untuk menghasilkan karagenan dengan kekuatan gel tinggi dan kualitas yang baik.

### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu dan kepada Program HILINK – Dikti yang telah membiayai penelitian ini.

### Pustaka

- Campo, V.L., Kawano, D.F. da Silva Jr.,D.B. dan Carvalho, I., 2009, Carrageenans: Biological Properties, chemical modifications and structural analysis-A review. *Carbohydrat Polymers* 77 p. 167-180.
- Djaeni, M., Sasongko, S.B., Prasetyaningrum A.A., Jin, X., van Boxtel A.J. 2012. Carrageenan drying with dehumidified air: drying characteristics and product quality. *International Journal of Food Engineering: Vol. 8: Issue 3, Article 32. DOI: 10.1515/1556-3758.2682*



- Farahnaky, A., Azizi, R., 2013. Ultrasound assisted cold gelation of kappa carrageenan dispersions. *Carbohydrat Polymers*.522-529.
- Kudra, T., and Ratti, C. 2005. Drying of foamed materials: Opportunities and challenges. In proceeding 11th polish Drying symposium. CD-ROM. Poznar, Polant Sept. 13–16.
- Prins, A.1988. Principles of foam stability. In: Dickinson, E., Stainsby,G. (Eds.), *Advances in Food Emulsions and Foams*. Elsevier Applied Science, New York, pp. 91–122.
- Ratti, C, and Kudra, T. 2006. Foam-mat drying: Energy and cost analysis. *Canadian Biosystem Engineering*, 48; 3.27-3.32
- Tari, Ö. and Ö Pekcan, 2008. Study of drying κcarrageenan gelat temperatures using a Flourescence Technique. *Drying Technology* 26 (1), 101-107
- T.S. Awad, H.A. Moharram, O.E. Shaltout, D. Asker, M.M. Youssef., 2012, Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review, *Journal Food research International*
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., dan Kim, S.K., 2011, Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrat Polymers* 84 p 14-21.





---

**Lembar Tanya Jawab**  
**Moderator : Harso Pawignyo (UPN "Veteran" Yogyakarta)**  
**Notulen : Handrian (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Hendro Risdianto (Balai Besar Pulp dan Kertas, Kementerian Perindustrian, Bandung)  
Pertanyaan : Jika waktu pemanasan di atas 120 menit, bagaimana hasilnya?  
Jawaban : Pada penelitian ini waktu pemanasan optimum adalah 120 menit. Diatas 120 menit hasilnya akan kurang baik. Hal ini sudah dibuktikan dengan percobaan, tetapi hasilnya tidak ditampilkan dalam makalah ini.

