

Analisis Pengaturan Temperatur, Konsentrasi, dan Waktu Pengadukan pada Tekanan Atmosferik untuk Meningkatkan Kepresisian Densitas Larutan Alginat

Indrasukma Permanadewi¹, Andri Cahyo Kumoro^{1,2*}, Dyah Hesti Wardhani^{1,2}, Nita Aryanti¹

¹Program Studi Doktor Teknik Kimia, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Institute of Food and Remedies BioMaterial (INFARMA), Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Alginat merupakan polimer polisakarida linier yang sangat mudah larut dalam air dengan densitas dan viskositas yang dapat diatur sesuai keperluan. Sifat khas ini membuat alginat banyak digunakan dalam industri pangan maupun non pangan. Seperti pada kebanyakan bahan alam lainnya, densitas larutan alginat pada umumnya juga dipengaruhi oleh temperatur, konsentrasi dan waktu pengadukan. Karenanya, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kepresisian densitas larutan alginat dengan pengaturan temperatur (30, 45, 60 dan 75°C), konsentrasi alginat (1, 2, 3, 4 dan 5% massa) dan waktu pengadukan (15, 30, 45 dan 60 menit) menggunakan metode piknometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka densitas akan semakin rendah, sebaliknya semakin tinggi konsentrasi dan waktu pengadukan maka densitas larutan alginat akan semakin meningkat. Dengan demikian, dapat disimpulkan apabila menginginkan densitas larutan alginat 0,9228 g/ml maka konsentrasi alginat yang digunakan 2% dengan suhu 30°C dan waktu pengadukan 30 menit.

Kata kunci: densitas; alginat; temperatur; konsentrasi; waktu pengadukan.

Abstract

[Title: Analysis of Temperature Regulation, Concentration, and Stirring Time at Atmospheric Pressure to Increase Density Precision of Alginate Solution] Alginate is a high soluble organic linear polysaccharide polymer with adjustable density and viscosity. These unique properties have promoted Alginate uses widely in both food and non-food industries. Similar to other natural polysaccharides solution, alginate solution density is generally influenced by concentration, temperature and stirring time. Hence, this study aims to increasing the density precision of the alginate solution by setting temperature (30, 45, 60 and 75°C), alginate concentration (1, 2, 3, 4 and 5% mass) and stirring time (15, 30, 45 and 60 minutes) using the pycnometric method. The results showed that the higher temperature, the density would decrease, conversely, the higher of concentration and stirring time, the density of the alginate solution would increase. Therefore, it can be concluded if you want a density of 0.9228 g/ml alginate solution, the concentration of alginate used is 2% with a temperature of 30°C and a stirring time of 30 minutes.

Keywords: density; alginate; temperature; concentration; stirring time.

1. Pendahuluan

Salah satu parameter yang memberikan informasi keadaan fisika dan kimia suatu bahan adalah

densitas atau rapat massa. Densitas merupakan rasio antara massa dengan volume suatu bahan atau benda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi densitas suatu bahan, maka semakin besar pula massa bahan tersebut dalam setiap satuan volumenya (Hellstrom, 2017). Di laboratorium, pengukuran densitas bahan menjadi aktivitas yang sangat penting karena densitas

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: andrewkomoro@che.undip.ac.id

bahan merupakan gambaran dari populasi suatu bahan (Blumm, 2000). Selain ini, pengukuran densitas sampel termasuk kegiatan yang sederhana, mudah, tidak mahal, praktis dan cepat. Berbagai alat yang digunakan untuk mengukur densitas bahan yang berukuran kecil antara lain dengan floating bulb hydrometer, kolom gradien, piknometer, densitometer tabung osilasi, dan resonator saluran mikro tersuspensi. Penggunaan alat-alat tersebut memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing yang berkaitan dengan aspek kemudahan pelaksanaan, transportasi, ketelitian dan biaya (Mirica, 2010).

Alginat merupakan polimer polisakarida organik linier yang terdiri dari monomer α -L asam guluronat (G) dan β -D asam manuronat (M), atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut (Szekalska, 2016). Karena kelarutannya yang tinggi serta viskositas dan densitas yang bisa diatur sesuai dengan keperluan, alginat banyak digunakan dalam industri, baik industri pangan maupun non pangan (Mc. Hugh, 2008). Dalam penggunaan alginat untuk suatu keperluan, pengukuran densitas perlu dilakukan pada tahap awal karakterisasi bahan supaya diketahui sifat dari alginat terutama mengenai densitasnya (Tian, 2014). Beberapa faktor yang mempengaruhi densitas alginat antara lain konsentrasi, temperatur dan waktu pengadukan. Semakin tinggi konsentrasi alginat, maka semakin tinggi pula viskositasnya sehingga densitas akan mengalami perubahan (Salsac, 2009).

Dalam proses industri, temperatur merupakan faktor utama dalam proses sterilisasi dan pembentukan produk, terutama pada produk pangan dan farmasi. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses industri harus dipastikan kestabilannya supaya tidak mempengaruhi produk akhir (Lampron, 2020). Sifat gel dari larutan alginat ini diketahui mengalami perubahan viskositas apabila dipanaskan pada temperatur tertentu, sehingga secara teoritik densitas larutan alginat juga akan mengalami perubahan (Archana, 2013). Selain konsentrasi dan temperatur, pengadukan juga merupakan proses yang sering diterapkan dalam hampir semua tahapan proses industri. Pengadukan ini berfungsi untuk membantu melarutkan serta mencampur bahan-bahan supaya homogen (Lampron, 2020). Alginat merupakan salah satu bahan yang memerlukan pengadukan yang baik untuk memperoleh larutan yang homogen. Semakin homogen suatu larutan, maka semakin banyak massa yang terlarut dalam setiap volumenya sehingga densitas setiap waktu pengadukan akan berubah (Fu, 2011).

Penelitian ini dapat digunakan untuk suatu proses yang memerlukan alginat untuk pengentalan atau penyalutan, dimana dengan adanya densitas maka akan diketahui konsentrasi alginat yang akan

digunakan dalam proses. Sehingga mempermudah pengoperasian dan pengendalian alat-alat prosesnya.

Beberapa peneliti terdahulu telah banyak melakukan penelitian mengenai karakteristik larutan alginat. Brzezinka (2015) meneliti karakteristik larutan alginat pada konsentrasi 9% sampai 14%, tetapi analisa yang dilakukan hanya viskositas saja. Adapula Kanasan (2017) yang meneliti densitas larutan alginat dengan konsentrasi alginat 0,0,5,3,5,8 dan 10%, tetapi pengecekan densitas larutan alginat dilakukan hanya saat pengadukan selama 2 jam saja. Dari beberapa peneliti terdahulu tersebut dapat dilihat bahwa penelitian mengenai karakteristik densitas larutan alginat terhadap temperatur 30°C - 75°C , konsentrasi 1%-5% dan waktu pengadukan 15 menit-60 menit yang dilakukan secara bersamaan masih belum banyak dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk mengkaji pengaruh temperatur, konsentrasi alginat dan waktu pengadukan terhadap karakteristik perubahan densitas larutan alginat sehingga dapat meningkatkan kepresisian densitas larutan alginat.

2. Bahan dan metode

2.1. Bahan

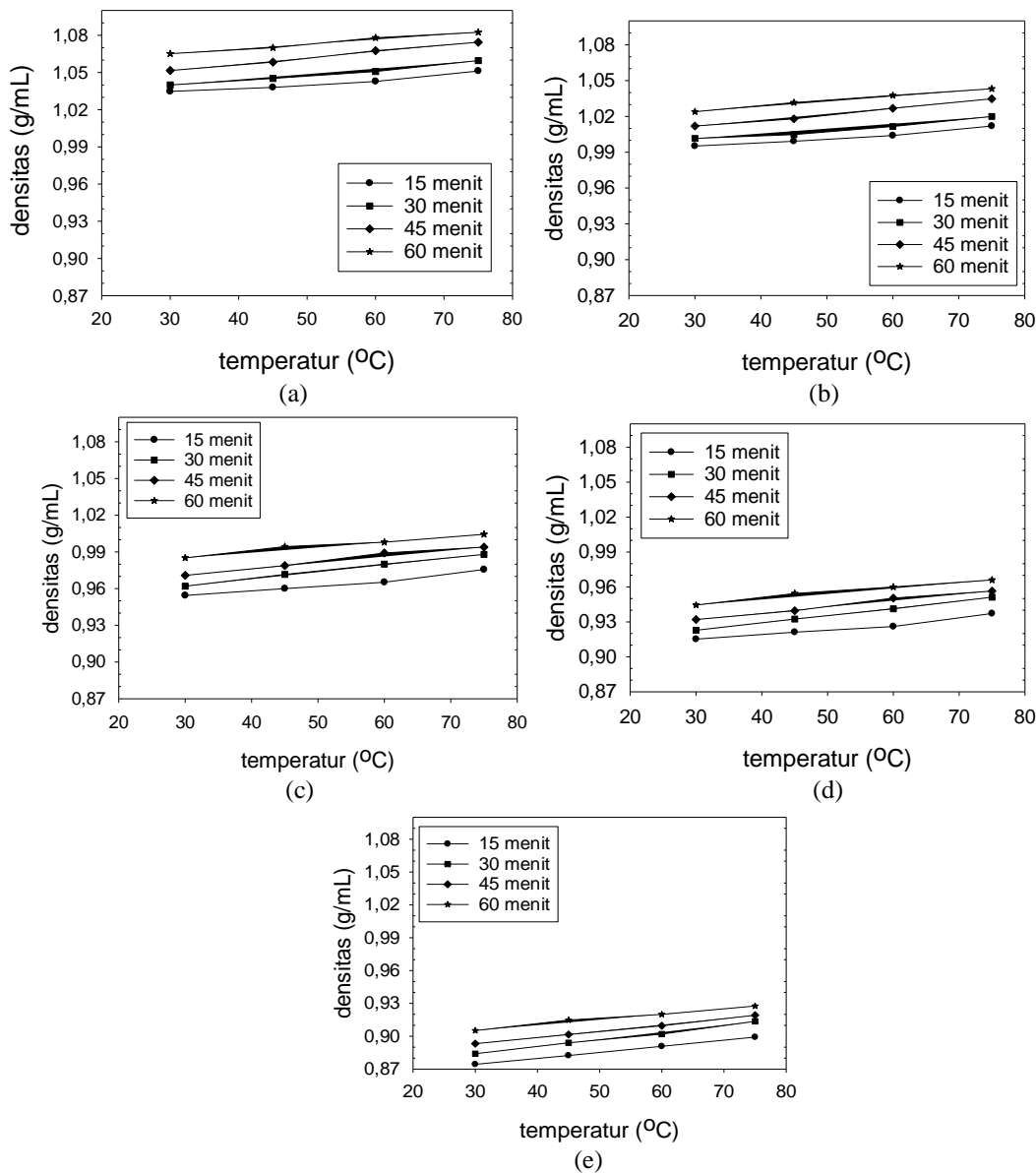
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alginat (*food grade*) yang mempunyai nilai temperatur transisi gelas (T_g) $95,3^{\circ}\text{C}$. Kemurnian alginat 74% dan dibeli dari PT. Multi Kimia Raya, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

2.2. Metode

Larutan alginat dengan konsentrasi alginat 1% massa dibuat dengan melarutkan 5 gram alginat dalam 500 mL air suling. Larutan alginat diaduk menggunakan pengaduk magnetik dengan laju putaran 600 rpm selama 15 menit pada suhu 30°C dalam pemanas air yang suhunya dikendalikan secara otomatis. Prosedur yang sama juga diterapkan pada pembuatan larutan alginat dengan konsentrasi 2, 3, 4 dan 5 % massa pada berbagai waktu pengadukan (15, 30, 45, dan 60 menit) dan temperatur (30, 45, 60, dan 75°C). Larutan alginat diukur densitasnya secara piknometri menggunakan piknometer sesuai dengan SNI 06-6446.1-2000 (BSN, 2000).

2.3 Analisis statistik

Lima kelompok percobaan yang berbeda dilakukan dalam tiga kali ulangan (triplikat). Perbedaan dari hasil pengukuran yang timbul selanjutnya diidentifikasi dengan analisis secara statistik dan dilaporkan sebagai nilai p . Data selisih densitas untuk masing-masing konsentrasi, temperatur dan waktu pengadukan larutan alginat dievaluasi dengan menggunakan analisis varian satu arah (ANOVA) dengan nilai $p = 0,05$.



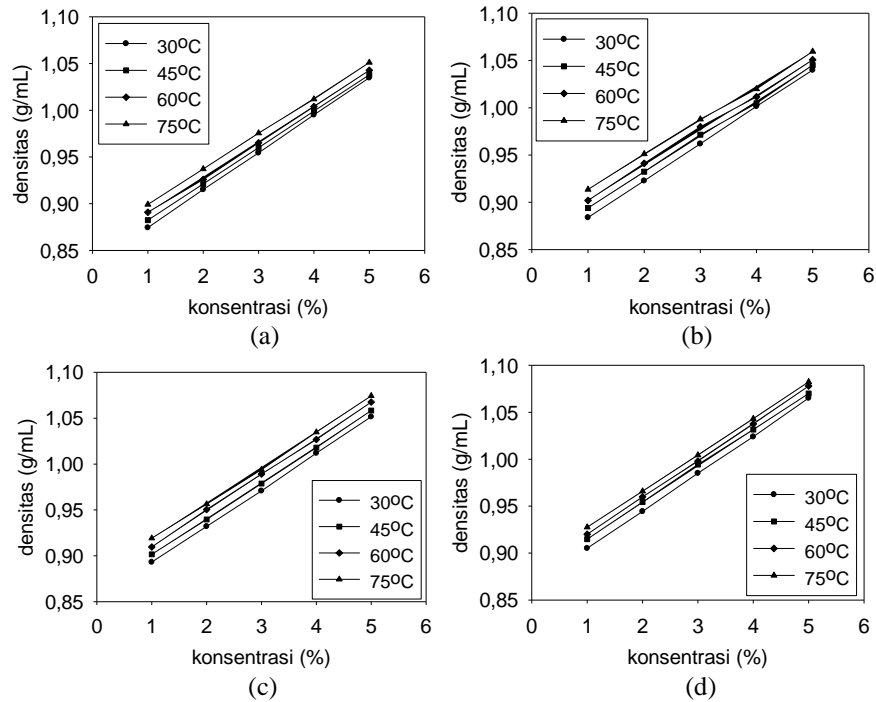
Gambar 1. Profil densitas larutan alginat pada berbagai temperatur dan waktu pengadukan untuk berbagai konsentrasi alginat a) 1%, b) 2%, c) 3%, d) 4% dan e) 5% massa

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis densitas larutan alginat terhadap temperatur

Gambar 1 menampilkan densitas larutan alginat pada berbagai temperatur, konsentrasi dan waktu pengadukan. Semakin tinggi temperatur larutan alginat, maka semakin rendah nilai densitasnya. Larutan alginat dengan 4% massa yang diaduk selama 30 menit mempunyai densitas sebesar 0,9228 g/mL pada temperatur 30°C (Gambar 1.d). Densitas larutan alginat ini pada temperatur 60°C menurun menjadi 0,9412 g/mL yang menunjukkan perubahan yang signifikan ($p < 0,05$).

Fenomena yang sama juga terjadi pada larutan alginat dengan konsentrasi dan waktu pengadukan yang berbeda - beda. Permadawati (2021) mengungkapkan bahwa kenaikan temperatur larutan alginat-Fe menyebabkan degradasi rantai polimer alginat selama proses pemanasan dan mengakibatkan destruksi molekuler. Akhirnya komponen tulang punggung rantai panjang dari polimer alginat rusak karena pemotongan rantai dan bereaksi satu sama lain untuk mengubah sifat polimer. Sehingga semakin tinggi temperatur, semakin besar jumlah rantai polimer alginat yang terdegradasi yang menyebabkan kerusakan ikatan glikosida, akibatnya berat molekul alginat akan semakin rendah



Gambar 2. Profil densitas larutan alginat pada berbagai konsentrasi alginat dan temperatur untuk berbagai waktu pengadukan a) 15 menit, b) 30 menit, c) 45 menit dan d) 60 menit

sehingga menyebabkan penurunan viskositas yang signifikan. Dimana viskositas berbanding lurus dengan densitas, sehingga semakin rendah viskositas maka densitas juga akan semakin menurun (Mogdaham, 2009).

3.2. Analisis densitas larutan alginat terhadap konsentrasi

Nilai densitas larutan alginat pada berbagai konsentrasi disajikan pada Gambar 2. Densitas larutan alginat dengan konsentrasi 5% massa lebih tinggi dibandingkan dengan larutan alginat pada konsentrasi 2% massa. Seperti tampak pada Gambar 2, larutan alginat pada konsentrasi 2% massa yang diaduk selama 15 menit pada temperatur 30°C mempunyai densitas 0,9152 g/mL. Sementara itu, larutan alginat dengan konsentrasi 5% massa yang diaduk selama 15 menit dan dijaga pada temperatur yang sama mempunyai densitas 1,0348 g/mL. Secara statistik, perbedaan nilai densitas larutan alginat berubah secara signifikan terhadap perubahan konsentrasinya ($p < 0,05$).

Kenaikan nilai densitas ini sesuai dengan persamaan densitas yaitu massa dibagi volume, dimana nilai massa berbanding lurus dengan densitas sehingga pada pengukuran densitas dengan volume yang sama, semakin tinggi konsentrasi alginat maka semakin tinggi nilai densitasnya. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak partikel dalam cairan sehingga semakin rapat muatan-muatan atau partikel-partikel dari

cairan tersebut yang menyebabkan meningkatnya nilai densitas (Mohamadi, 2014).

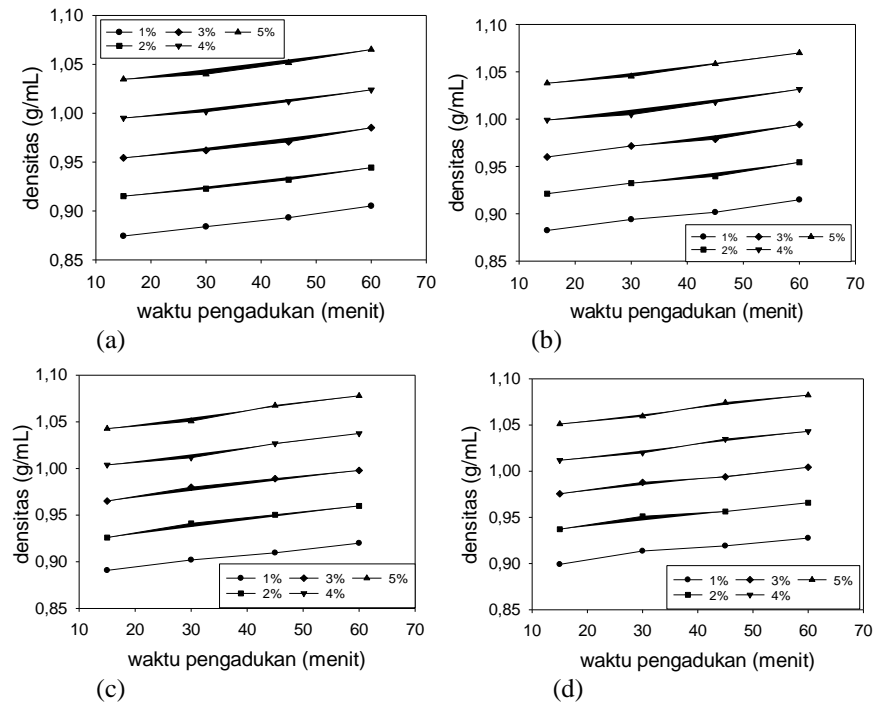
3.3. Analisis densitas larutan alginat terhadap waktu pengadukan

Larutan alginat mengalami kenaikan densitas seiring dengan bertambahnya waktu pengadukan seperti tampak pada Gambar 3. Larutan alginat dengan konsentrasi 2% massa yang diaduk selama 15 menit pada temperatur 30°C mempunyai densitas sebesar 0,9152 g/mL yang kemudian densitasnya meningkat menjadi 0,9444 g/mL ketika larutan diaduk selama 60 menit pada temperatur yang sama. Analisis secara statistik menunjukkan bahwa perbedaan ini signifikan ($p < 0,05$). Hal ini menguatkan dugaan awal bahwa waktu pengadukan juga mempengaruhi densitas larutan alginat.

Pengadukan merupakan upaya untuk menciptakan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk (partikel padatan terdispersi) dalam suatu pelarut supaya dapat larut dengan sempurna (Lim, 2013). Semakin homogen suatu larutan, maka semakin banyak massa solut yang terlarut dalam setiap volume pelarut sehingga akan meningkatkan nilai densitasnya (Lai, 2020).

4. Kesimpulan

Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur, konsentrasi dan semakin lama waktu pengadukan meningkatkan densitas larutan alginat secara signifikan. Apabila menginginkan densitas larutan alginat 0,9228 g/ml maka konsentrasi alginat



Gambar 3. Profil densitas larutan alginat pada berbagai waktu pengadukan dan konsentrasi untuk berbagai temperatur a) 30°C, b) 45°C, c) 60°C dan d) 75°C

yang digunakan 2% dengan suhu 30°C dan waktu pengadukan 30 menit. Hasil kajian ini dapat digunakan sebagai rujukan untuk membuat larutan alginat dengan densitas yang diinginkan untuk berbagai keperluan, seperti produksi granula, enkapsulasi ekstrak bahan bioaktif, dan lain - lain.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional, Republik Indonesia, yang telah mendanai penelitian ini melalui dana hibah penelitian disertasi doktor dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Nomor: 101-186 / UN7.6.1 / PP / 2020.

Daftar Pustaka

Archana, D., L. Upadhyay., R. P Tewari., J. Dutta., Y. B. Huang., and P. K. Dutta. (2013). Chitosan Pectin-Alginate as a Novel Scaffold for Tissue Engineering Applications. *Indian Journal of Biotechnology*, 12, 475–482.

Badan Standarisasi Nasional. (2000). SNI 06-6446.1-2000. Metode Pengujian Berat Jenis Epoksi Resin dan Bahan Pengeras. Jakarta selatan : Sistem Informasi Manajemen Standar.

Blumm, J., Henderson J.B. (2000). Measurement of the Volumetric Expansion Bulk Density of Metals in the Solid and Molten Regions. *High Temperatures-High Pressures*, 32, 109–113.

Brzezinska, Magdalena., Grzegorz Szparaga. (2015). The Effect of Sodium Alginate Concentration on the Rheological Parameters of Spinning Solutions. *AUTEX Research Journal*, 15(2), 123-126.

Fu, S., A. Thacker., D. M Sperger. (2011). Relevance of Rheological Properties of Sodium Alginate in Solution to Calcium Alginate Gel Properties. *American Association of Pharmaceutical Scientists*, 12(2), 453–460.

Hellström, Kristina., Attila Diószegi., and Lucian Diaconu. (2017). A Broad Literature Review of Density Measurements of Liquid Cast Iron. *Metals*, 7, 165-185.

Kanasan, Nanthini., Sharifah Adzila., Nor Azimah Mustaffa., Gurubaran, P. (2017). The Effect of Sodium Alginate on the Properties of Hydroxyapatite. *Procedia Engineering*, 184, 442 – 448

Lampron, V. Guénard., D. St-Gelais., S. Villeneuve., and S. L. Turgeon. (2020). Short Communication: Effect of Stirring Operations on Changes in Physical and Rheological Properties of Non Fat

- Yogurts during Storage. *Journal of Dairy Science*, 103, 210–214.
- Lai, Yi-An, Xuan Zhu, Yi Zhang, Mona Diab. (2020). Diversity, Density, and Homogeneity : Quantitative Characteristic Metrics for Text Collections, *Proceedings of the 12th Conference on Language Resources and Evaluation* (pp. 1739–1746). Marseille, May 11–16.
- McHugh, DJ. (2008). Production Properties and Uses of Alginates in Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. FAO Corporate Document Repository. Australia.
- Mirica, Katherine A., Scott T. Phillips., Charles R.M., and George M. Whiteside. (2010). Magnetic Levitation in the Analysis of Foods and Water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 6565–6569.
- Mogdaham, H., M. Samimi., A. Samimi., M. Khorram. (2009). Study of Parameters Affecting Size Distribution of Beads Produced from Electro-Spray of High Viscous Liquids. *Iranian Journal of Chemical Engineering*, 6(3), 88-98.
- Mohamadi Sani, A., Hedayati, G., Arianfar, A. (2014). Effect of Temperature and Concentration on Density and Rheological Properties of Melon (*Cucumis Melo L. Var. Inodorus*) Juice. *Nutrition and Food Science*, 44 (2), 168-178.
- Permanadewi, indrasukma., Andri Cahyo Kumoro., Dyah Hesti Wardhani., Nita Aryanti. (2021). Mathematical Approach for Estimation of Alginate-Iron Salt Solutions Viscosity at various Solid Concentrations and Temperatures. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9(1), 75-87.
- Szekalska, Marta., Agata Puci Bowska., Emilia Szymańska., Patrycja Ciosek., Katarzyna Winnicka. (2016). Alginate : Current Use and Future Perspectives in Pharmaceutical and Biomedical Applications. *International Journal of Polymer Science*, 7697031, 17-34.
- Tian, Xiaoyu., and Xiongbiao Chen. (2014). Effects of Cell Density on Mechanical Properties of Alginate Hydrogel Tissue Scaffolds. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Tissue Engineering*, 19, 77-85.