

Gastronomi molekul: Teknik sferifikasi dalam pembangunan produk makanan

(Molecular gastronomy: Spherification techniques in food product development)

Chua Hun Pin, Nicholas Daniel, Suzalyna Mos, Majelan Serudin, Teresa Anie Meng, Hazijah Mohd Hossen, Zakaria Abdul Rahman dan Lorne Kadut

Pengenalan

Gastronomi molekul (*molecular gastronomy*) ialah satu cabang sains makanan dan seni pengolahan makanan berasaskan manipulasi perubahan sifat fizikal dan kimia bahan ramuan semasa penyediaan, demi mewujudkan hasil dengan gaya yang baru dan inovatif khususnya dari segi persembahan, bentuk dan nilai sensori. Perkataan 'gastronomi' merujuk kepada seni dan budaya dari segi pemilihan, penghidangan dan cara menikmati makanan yang baik. Manakala perkataan 'molekul' pula menandakan rumusan saintifik sehingga peringkat molekul yang digunakan untuk mewujudkan perubahan struktur dan nilai fizikokimia pada produk hasil.

Istilah lain yang berkaitan dengan gastronomi molekul ialah *modernist cuisine* dan *avant-garde cuisine* yang berasal daripada perkataan *advance guard* yang membawa makna barisan peneraju. Istilah ini menggambarkan teknik moden dalam pengolahan masakan kulinari dan makanan inovatif yang melepasi batasan teknik penyediaan serta pola makan sedia ada. Antaranya adalah seperti pemprosesan ais krim segera menggunakan nitrogen cecair, air minuman tanpa botol, spaghetti agar-agar dan sebagainya.

Konsep gastronomi molekul diilhamkan oleh Nicholas Kurti dan Hervé This pada tahun 1988. Hari ini, konsep ini telah menjadi titik permulaan penyediaan makanan menggunakan peralatan, ramuan serta teknik baru yang berlainan dengan teknik sedia ada. Antara teknik gastronomi molekul yang sering digunakan termasuk pengemulsian (*emulsification*), pembusaan (*foaming*), pengejelan (*gelification*), sferifikasi (*spherification*) dan juga gabungan teknik ini dengan teknik sedia ada seperti penyejukbekuan dan proses terma. Sferifikasi adalah antara teknik gastronomi molekul yang paling popular kerana dapat menghasilkan pelbagai jenis produk makanan yang unik dan inovatif.

Teknik sferifikasi

Sferifikasi yang berasal daripada perkataan asas sfera, adalah salah satu teknik gastronomi molekul yang biasa digunakan dalam pengolahan sampel cecair (seperti air, minuman, sirap, jus, puri, sup dan sos) ke dalam bentuk sfera atau bebola kecil dengan diameter dalam julat 6 – 30 mm. Berasaskan prinsip pembentukan membran gel alginat dengan kehadiran ion

kalsium, teknik sferifikasi boleh dibahagi kepada dua kumpulan iaitu sferifikasi asas (*basic spherification*) dan sferifikasi songsang (*reverse spherification*).

Produk hasil sferifikasi daripada kumpulan produk konfeksi gula dan konfeksi sajian dikenali dengan pelbagai nama termasuk *faux caviar*, *ravioli*, *gnocchi*, *micelle*, *boba*, *coating juice*, *agar jelly*, *juice pearls*, *eggs*, *spheres*, *balls* dan sebagainya berdasarkan kepada cara penyediaan, ramuan dan persembahan. Beberapa contoh hasil sferifikasi ditunjukkan seperti dalam *Gambar 1*.

Teknik sferifikasi dibangunkan oleh Ferran Adria dan pasukan beliau dari El Bulli (sebuah restoran di Sepanyol) pada tahun 2003 setelah menemui sejenis sos Mexico yang mengandungi bebola jeli kecil di sebuah kilang bernama Griffith España. Ferran mendapati bahawa natrium alginat ialah ramuan utama pembentukan bebola jeli tersebut dan teknik penyediaan ini kemudiannya dinamakan sferifikasi.

Di bahagian perediaan makanan di El Bulli yang bernama El Bulli Taller, Ferran mengkaji pelbagai kaedah untuk mengubah suai teknik sferifikasi asas. Pada tahun 2005, teknik sferifikasi songsang telah berjaya dibangunkan dan ini telah membantu penghasilan pelbagai jenis produk sferifikasi baru misalnya yang berasaskan tenusu. Berbeza dengan hasil sferifikasi asas yang merupakan bebola jeli pejal, hasil sferifikasi songsang berbentuk bebola berisi cecair (jus atau gel) yang apabila dimakan, bebola akan pecah dan mewujudkan sensasi 'pop' atau 'letup' dalam mulut.



Gambar 1. Beraneka jenis produk konfeksi berasaskan teknik sferifikasi

Sferifikasi asas (basic spherification)

Sferifikasi asas adalah teknik yang melibatkan proses penitisan atau pencelupan sampel cecair yang ditambah dengan alginat menggunakan picagari atau sudu ke dalam larutan rendaman atau *bath* yang mengandungi kalsium untuk pembentukan bebola. Larutan rendaman disediakan dengan melarutkan garam kalsium seperti kalsium klorida atau kalsium laktat ke dalam air.

Dalam teknik sferifikasi asas, proses pengejelan iaitu pembentukan lapisan gel akan bermula di sekeliling sampel cecair dan proses difusi akan berlaku yang mana ion kalsium akan meresap ke dalam bahagian tengah bebola secara berterusan sehingga seluruh sampel dipenuhi jeli berteskstur pejal seperti agar-agar akibat tindak balas alginat dengan kandungan kalsium dalam sampel cecair.

Teknik sferifikasi asas mudah dilakukan, khususnya penghasilan bebola jeli pejal yang kecil pada masa yang singkat. Bagaimanapun, teknik ini tidak sesuai untuk sampel cecair yang berasid kerana kehadiran asid akan mengganggu pembentukan lapisan gel.

Sferifikasi songsang (reverse spherification)

Sferifikasi songsang adalah teknik yang melibatkan proses penitisan atau pencelupan sampel cecair yang mengandungi kalsium ke dalam larutan rendaman yang mengandungi alginat. Seperti teknik sferifikasi asas, sumber kalsium lazimnya berasal daripada kalsium klorida atau kalsium laktat, tetapi dimasukkan terus ke dalam sampel cecair dan bukan ke dalam larutan rendaman.

Bahan pemekat seperti gam makanan boleh ditambah ke dalam sampel cecair untuk tujuan pemekatan sekiranya diperlukan. Gam xantan boleh digunakan dalam lingkungan 0.2 – 0.5% (b/b) bergantung kepada kepekatan sampel cecair yang digunakan.

Teknik sferifikasi songsang lebih fleksibel jika dibandingkan dengan sferifikasi asas. Teknik ini sangat sesuai untuk sampel yang mengandungi kalsium atau alkohol dan tidak sensitif kepada cecair yang bersifat asid. Sferifikasi songsang akan menghasilkan bebola berisi cecair yang boleh disimpan untuk tempoh masa lama. Hal ini kerana proses pengejelan akan berhenti setelah bebola dialihkan daripada larutan rendaman alginat dan dibilas dengan air. Ini kerana pembentukan lapisan membran gel hanya berlaku di bahagian luar bebola dan bukan bahagian dalam bebola. Ketebalan lapisan membran luar boleh dikawal melalui tempoh rendaman. Bagi penghasilan bebola lebih besar dengan bentuk tertentu, sampel cecair yang mengandungi kalsium boleh disejukkubekukan sebelum dimasukkan ke dalam larutan rendaman alginat.

Dalam teknik sferifikasi songsang, proses penitisan sampel cecair ke dalam larutan rendaman akan memakan lebih masa berbanding dengan teknik sferifikasi asas kerana bebola akan melekat sesama bebola yang lain sekiranya bersentuhan dalam larutan rendaman alginat. Bekas dengan permukaan dasar yang rata dan lebar perlu digunakan khususnya dalam teknik sferifikasi songsang supaya bebola tidak melekat antara satu sama lain. Perbandingan antara teknik sferifikasi asas dan sferifikasi songsang adalah seperti dalam *Jadual 1*.

Ramuan asas

Selain sampel cecair atau larutan yang ingin diolah ke dalam bentuk sfera atau bebola, dua ramuan penting dalam sferifikasi ialah garam alginat dan garam kalsium. Kedua-dua teknik sferifikasi asas dan songsang menggunakan dua ramuan asas yang sama.

Alginat

Alginat juga dirujuk sebagai asid alginik atau algin ialah satu komponen dinding sel pada kumpulan alga perang daripada filum Phaeophyceae misalnya kelp seperti *Macrocystis pyrifera* dan *Ascophyllum nodosum*. Asid alginik boleh dijumpai dalam

Jadual 1. Perbandingan teknik sferifikasi asas dan sferifikasi songsang

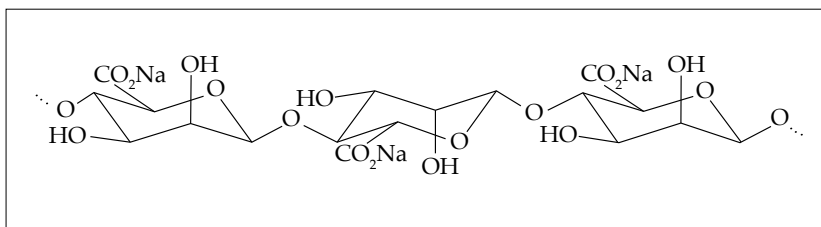
Perkara	Sferifikasi asas	Sferifikasi songsang
Sampel cecair	Ditambah dengan alginat	Ditambah dengan garam kalsium (biasanya kalsium laktat) atau secara semula jadi mengandungi kalsium yang tinggi
Larutan rendaman	Larutan kalsium	Larutan alginat
Lapisan membran bebola	Membran gel yang nipis	Membran gel yang lebih tebal dan ketebalan akan semakin bertambah selagi tidak dikeluarkan daripada larutan rendaman
Proses pengejelan	Proses pengejelan tidak berhenti walaupun bebola telah dikeluarkan daripada larutan rendaman	Proses pengejelan hanya berlaku di dalam larutan rendaman
Pemekat	Tidak diperlukan kerana hasilan merupakan jeli pejal	Pemekat seperti gam makanan boleh ditambah ke dalam sampel cecair sekiranya perlu
Fleksibiliti bentuk	Kurang kepelbagaian bentuk	Bentuk lain boleh diwujudkan dengan menyejukbekukan sampel cecair sebelum dimasukkan ke dalam larutan rendaman

rumpai laut sebagai jasad jeli (*jelly bodies*) yang terbentuk hasil tindak balas dengan garam mineral dalam air laut. Alginat tidak mempunyai bau atau rasa.

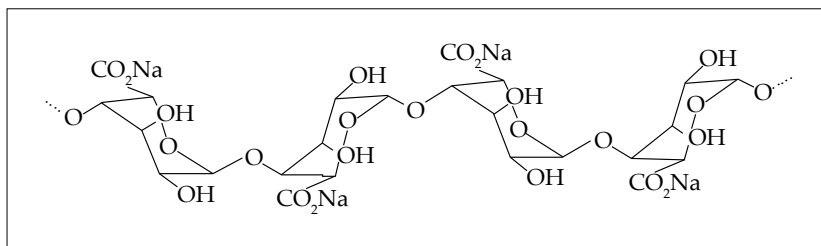
Garam alginat yang lazim digunakan dalam sferifikasi ialah natrium alginat. Natrium alginat adalah sejenis sebatian seperti karbohidrat polimer dan merupakan bahan aditif makanan yang dibenarkan penggunaan sebagai pemekat dan penstabil dalam peraturan makanan. Rantai polimer alginat terdiri daripada β -D-asid manuronik dan α -L-asid guluronik. Struktur garam natrium untuk kedua-dua polimer ditunjukkan seperti dalam *Gambar rajah 1* dan *Gambar rajah 2*.

Apabila ditambah ke dalam cecair, alginat akan larut membentuk larutan pekat. Sekiranya cecair mengandungi ion divalen seperti ion kalsium, ion ini akan bertindak balas dengan alginat. Ini berlaku kerana alginat merupakan molekul yang bercas negatif. Ion natrium yang bercas positif akan dibubarkan daripada alginat apabila dicampurkan bersama cecair yang mengandungi ion kalsium. Ion kalsium yang mempunyai dua kali ganda cas positif akan terikat dengan alginat membentuk kalsium alginat yang merupakan lapisan gel (*Gambar rajah 3*). Semakin lama masa rendaman, semakin banyak ion kalsium yang akan terikat dengan alginat. Oleh itu, gel yang terhasil akan menjadi semakin tebal. Gel kalsium alginat amat kuat dan tidak akan cair apabila dipanaskan.

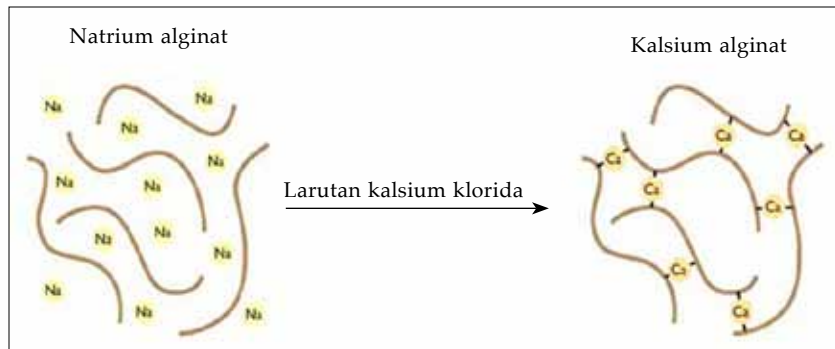
Sekiranya natrium alginat dicampurkan ke dalam sampel cecair untuk sferifikasi asas, atau dilarutkan ke dalam air untuk menyediakan larutan rendaman alginat untuk sferifikasi songsang, campuran perlu dikacau sehati menggunakan pengisar. Larutan kemudiannya dibiarkan semalaman di dalam peti sejuk untuk



Gambar rajah 1. Natrium polimannuronat



Gambar rajah 2. Natrium poliguluronat



Gambar rajah 3. Kalsium menggalakkan pemejalalan alginat
(Sumber: <http://blogs.discovermagazine.com/scienceandfood/2013/06/11/deconstructed-apple-pie/#.WWb8NR974Z>)

menghilangkan buih atau busa. Penggunaan ruang vakum juga boleh digunakan untuk menghilangkan buih namun ini melibatkan kos yang lebih tinggi.

Alginat bersifat stabil dalam keadaan pH 4.5 ke atas.

Sekiranya sferifikasi asas menggunakan sampel cecair yang masam dengan nilai pH 3.5 ke bawah, pembentukan gel akan terganggu. Bagi mengatasi masalah ini, natrium sitrat boleh ditambah sebagai penimbal untuk menstabilkan nilai pH sampel cecair tersebut, tetapi ini mungkin akan menyebabkan sedikit rasa masin pada sampel cecair.

Bagi penyediaan larutan rendaman alginat untuk sferifikasi songsang, air suling lebih sesuai digunakan kerana tidak mengandungi ion mineral yang boleh menyebabkan pembentukan mendakan gel dalam larutan rendaman.

Kalsium

Terdapat pelbagai jenis garam kalsium yang boleh digunakan dalam teknik sferifikasi. Antaranya yang paling lazim digunakan ialah kalsium klorida dan kalsium laktat.

Kalsium klorida ialah garam yang bersifat higroskopik iaitu sangat mudah menyerap lembapan dari udara. Kalsium klorida lazimnya digunakan di dalam teknik sferifikasi asas sebagai larutan rendaman pada kepekatan sekitar 0.5% (b/b). Kalsium klorida kurang sesuai digunakan dalam sferifikasi songsang kerana ia boleh menyebabkan rasa masin yang ketara pada sesetengah jenis sampel cecair.

Kalsium laktat dihasilkan melalui proses fermentasi asid laktik dengan kalsium karbonat atau kalsium hidrosida. Garam ini biasanya digunakan untuk merawat penyakit kekurangan kalsium iaitu hipokalsemia. Dalam sferifikasi songsang, kalsium laktat lazim digunakan dalam lingkungan 1 – 2% (b/b) dan dicampur bersama sampel cecair sehingga sebati atau dipanaskan sehingga larut. Kalsium laktat juga boleh digunakan dalam sferifikasi asas sebagai larutan rendaman.

Pembentukan bebola

Pembentukan bebola sferifikasi dilakukan dengan merendam atau menitiskan sampel cecair ke dalam larutan rendaman dengan menggunakan picagari atau sudu. Penggunaan picagari biasanya untuk pembentukan bebola kecil manakala sudu untuk bebola yang lebih besar. Pembentukan bebola teknik sferifikasi songsang menggunakan picagari ke dalam larutan alginat ditunjukkan seperti dalam *Gambar 2*.

Antara faktor yang menentukan bentuk hasil bebola yang sempurna adalah kelikatan sampel cecair yang sesuai. Kelikatan sampel cecair boleh ditingkatkan dengan menambah gam makanan misalnya gam xantan ke dalam sampel cecair (untuk sferifikasi songsang) atau meningkatkan kandungan natrium alginat dalam sampel cecair (untuk sferifikasi asas).

Bebola sampel cecair yang terbentuk dalam larutan rendaman perlu dibiarkan sekurang-kurangnya 2 – 3 minit agar pembentukan lapisan gel sempurna. Semakin lama masa rendaman bebola di dalam larutan rendaman semakin tebal lapisan gel yang akan terbentuk. Selepas dikeluarkan daripada larutan rendaman, bebola perlu dibilas dengan menggunakan air bersih.

Penyimpanan bebola

Bebola hasil sferifikasi boleh disimpan dalam keadaan sejuk dingin. Sekiranya bebola didedahkan kepada udara, lapisan gel akan kering. Oleh itu, bebola yang dihasilkan daripada teknik sferifikasi songsang perlu disimpan di dalam sampel cecair yang sama kepekatan kandungan cecair dalam bebola.

Penggunaan air biasa untuk tujuan penyimpanan adalah tidak sesuai kerana kepekatan yang berlainan boleh menyebabkan proses osmosis melalui lapisan gel yang telap terhadap molekul air.

Kesimpulan

Sferifikasi adalah salah satu teknik gastronomi molekul yang semakin popular dan menerajui trend seni masakan kulinari dan pembangunan produk masa ini. Bagi para penyelidik, teknik ini mempunyai potensi besar untuk dikaji dan dikembangkan dalam aktiviti pembangunan produk makanan inovatif demi memenuhi kehendak industri terhadap produk makanan baru yang lazat,



Gambar 2. Pembentukan bebola menggunakan picagari ke dalam larutan alginat

sihat dan menarik. Pengetahuan gastronomi molekul juga boleh membantu chef dan pengusaha makanan untuk meneroka lebih jauh bidang seni masakan kulinari dan pemprosesan makanan secara ilmiah untuk menghasilkan produk makanan inovatif.

Bibliografi

- De Solier, I. (2010). Liquid nitrogen pistachios: Molecular gastronomy, elBulli and foodies. *European Journal of Cultural Studies* 13(2): 155-170
- Jyoti Sen, D. (2017). Cross linking of calcium ion in alginate produce spherification in molecular gastronomy by pseudoplastic flow. *World Journal of Pharmaceutical Sciences* 5(1): 1 – 10
- Lee, P. dan Rogers, M. (2012). Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1: 96 – 100
- Pumpho, W. dan Puechkamutr, Y. (2015). Tofu-ball production from spherification technique using sodium alginate. *Innovation for Bio-Health Supplements*. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- This, H. (2013). Molecular gastronomy is a scientific discipline, and note by note cuisine is the next culinary trend. Diperoleh dari *Flavour* 2(1): <http://www.flavourjournal.com/content/2/1/1>
- Vega, C. dan Castells, P. (2012). Spherification. Dalam: *The Kitchen as the Laboratory*, (Vega, C., Ubbink, J. dan Vander Linden, E., ed.), m.s. 25 – 32. New York: Columbia University Press
- Vega, C. dan Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? *Trends in Food Science & Technology* 19: 372 – 382

Ringkasan

Gastronomi molekul ialah subdisiplin sains makanan moden yang berasaskan manipulasi perubahan sifat fizikal dan kimia ramuan semasa memasak dan pemprosesan makanan. Teknik sferifikasi diperkenalkan oleh Ferran Adria pada tahun 2003 dan menandakan titik perubahan dalam gastronomi molekul. Prinsip teknik ini berasaskan proses pengejelan terkawal suatu sampel cecair yang membentuk sfera atau bola kecil apabila direndam dalam larutan rendaman. Terdapat dua variasi utama teknik sferifikasi iaitu sferifikasi asas dan sferifikasi songsang. Dalam sferifikasi asas, proses pengejelan berlaku disebabkan oleh proses difusi ion kalsium meresap daripada larutan rendaman ke dalam sampel cecair mengandungi alginat untuk membentuk bebola jeli pejal. Dalam sferifikasi songsang, ion kalsium meresap daripada titisan ke dalam larutan rendaman alginat, membentuk lapisan gel di luar titisan sampel cecair.

Summary

Molecular gastronomy is a sub-discipline of modern food science that manipulates the physical and chemical transformations of ingredients that occur during cooking and food processing. The spherification technique was introduced by Ferran Adria in 2003 and marked an inflexion point in molecular gastronomy. The principle of this technique consists of a controlled gelification of a liquid sample which forms small spheres or balls when submerged in a bath solution. There are two main variations of the spherification process ie. basic spherification and reverse spherification. In basic spherification, the gelling occurs due to the diffusion process in which the calcium ions diffuse from an outer bath into an alginate liquid sample to form solid jelly balls. In reverse spherification, the calcium ions diffuse from the droplet into the alginate bath, forming a gel coat outside the droplet of liquid sample.

Pengarang

Dr. Chua Hun Pin

Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, MARDI Kuching,

Lot 411, Blok 14, Jalan Sultan Tengah, 93050 Petra Jaya,

Kuching, Sarawak

E-mel: hpchua@mardi.gov.my

Nicholas Daniel, Suzalyna Mos, Teresa Anie Meng, Hazijah Mohd Hossen dan

Zakaria Abdul Rahman

Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, MARDI Kuching,

Lot 411, Blok 14, Jalan Sultan Tengah, 93050 Petra Jaya,

Kuching, Sarawak

Majelan Serudin dan Lorne Kadut

Pusat Promosi dan Pembangunan Perniagaan, MARDI Kuching,

Lot 411, Blok 14, Jalan Sultan Tengah, 93050 Petra Jaya,

Kuching, Sarawak