**SIFAT MEKANIK KOMPOSIT COKELAT BATANG DENGAN *FILLER* BIJI METE****P A Wiguna <sup>✉</sup> M P Aji, A Yulianto**

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Agustus 2014  
Disetujui September 2014  
Dipublikasikan Oktober  
2014

*Keywords:*  
*composites; filler;*  
*compressive strength*

**Abstrak**

Bahan komposit yang banyak dijumpai di masyarakat umumnya terbuat dari material berat seperti, logam, keramik, atau polimer. Pada bahan pangan terdapat pula yang termasuk ke dalam kategori material komposit, diantaranya adalah *cracker*, *cookie*, kue pie, *chasew chocolate*, dan lain sebagainya. Diantara komposit bahan pangan tersebut yang paling banyak digemari sebagai makanan camilan adalah cokelat. Hal menarik yang dikaji pada studi ini berkaitan dengan sifat mekanik komposit cokelat yaitu kekuatan tekan dari komposit tersebut. Komposit ini terbuat dari bahan makanan cokelat dengan variasi fraksi massa mete sebagai *filler* yaitu 13 %, 17%, 20%, 23%, 26 %, dan 29%. Matriks yang digunakan adalah cokelat jenis *dark chocolate*. Sifat mekanik yang dikaji adalah kuat tekan pada komposit cokelat batang. Parameter ini diukur untuk mengetahui ukuran maksimum beban yang dapat diterima komposit tersebut. Komposit yang memiliki kekuatan tekan terbesar ada pada cokelat batang dengan fraksi massa mete 29 % yaitu sebesar 2,81 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa variasi fraksi massa mete berpengaruh pada sifat mekanik material komposit karena berkaitan dengan perilaku distribusi partikel. Kuat tekan komposit cokelat teramati meningkat dengan kenaikan jumlah biji mete pada cokelat batang.

**Abstract**

Generally, the composite materials found in the civilization are made from heavy materials, e.g. metals, ceramics, and polymers. In fact, the composite material also found in food, such as crackers, cookies, pies, and cashew chocolates. Cashew chocolates usually consumed as the most favourite snack. The most interesting object from this study is related with the mechanical composite characteristic of the chocolate, i.e. compressive strength. Chocolate composite is made from chocolate with variety of cashew mass fraction as the filler, i.e. 13 %, 17%, 20%, 23%, 26 %, and 29%. In this study, the composite matrix was a dark chocolate, whereas the mechanical characteristic determined was a compressive strength of the chocolate bar. This parameter was calculated to determine the maximum weight which could be received by the composite. The result showed that the composite had the biggest compressive strength (2.81 MPa) was a chocolate bar with mass fraction of cashew 29%. It indicated that variation of cashew mass fraction affected the mechanical characteristic of composite. It was also related to the particle distribution performance. The compressive strength value of chocolate was greater together with the increase of the quantity of cashew nut.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:  
Gedung D7 Lantai 2, Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: [praditaajengwiguna@gmail.com](mailto:praditaajengwiguna@gmail.com)

ISSN 0215-9945

## PENDAHULUAN

Bahan komposit banyak dijumpai di masyarakat umum, bahan tersebut biasanya terbuat dari material berat, seperti logam (aluminium, besi, tembaga), keramik (silicon karbida, porselen), atau polimer (botol susu dari *polyethelene*). Bahan pangan yang termasuk ke dalam kategori material komposit, diantaranya adalah *cracker*, *cookie*, kue pie, *chasew chocolate*, dan lain sebagainya. Bahan komposit pangan yang banyak digemari sebagai makanan camilan adalah cokelat. Cokelat merupakan produk hasil olahan kakao memiliki sifat yang spesial dari pangan lainnya, bukanlah karena rasa dan nutrisinya yang baik, tetapi lebih karena sifatnya yang tidak dimiliki oleh pangan lain yaitu bersifat padat di suhu ruang, rapuh saat dipatahkan dan meleleh sempurna pada suhu tubuh. Cokelat juga memiliki cita rasa yang khas dan kompleks, tersusun lebih dari 500 bahan, seperti biji kakao, gula, susu dan lain sebagainya, bahan penyusunnya sangat dipertimbangkan dari pada jenis makanan yang lain. Cokelat memiliki struktur yang kompleks dan sifatnya yang dapat dikontrol saat proses produksi (Kim *et al* 1999).

Kategori utama cokelat yaitu *dark*, *milk*, dan *white*. Perbedaan diantara ketiga kategori tersebut terletak pada jenis kakao, lemak susu, dan mentega kakao. Cokelat hitam (*dark chocolate*) akhir-akhir ini banyak mendapatkan promosi karena menguntungkan kesehatan bila dikonsumsi dalam jumlah sedang, termasuk kandungan anti oksidannya yang dapat mengurangi pembentukan radikal bebas dalam tubuh (Gordon *et al* 2006).

*Dark chocolate* merupakan suspensi padat dari partikel solid, dengan rata-rata konsentrasi padatan sekitar 65-75% dari gula, kakao, dan susu (bergantung pada jenisnya) yang tersebar secara merata dalam fasa lemak, yang sebagian besar terdiri mentega kakao. Variasi dari distribusi ukuran partikel, lemak dan *lecithin* selama proses pembuatan *Dark chocolate* berpengaruh pada berbagai tingkat derajat kristalinitas dan sifat lelehnya. Cokelat dengan partikel halus, tinggi lemak, dan rendah lesitin dalam proses lelehnya memerlukan waktu yang lama dan suhu yang tinggi

daripada cokelat dengan partikel yang lebih besar, rendah lemak, dan tinggi lesitin. Disimpulkan bahwa PSD, lemak dan lesitin, serta interaksi ketiganya menjadi pusat dari sifat mekanik *Dark chocolate* (Afoakwa *et al* (b) 2008 & Jeefferie *et al* 2011).

Hasil produksi cokelat dengan sifat seperti bahan komposit adalah cokelat batang dengan isi biji mete (*chasew chocolate*). Estimasi dari cokelat batang tersebut, yaitu cokelat sebagai matriks dan biji mete sebagai filler. Kualitas sebuah cokelat tidak hanya ditentukan oleh sifat kimia yang terkandung dalam cokelat, tetapi juga bergantung pada sifat fisis dan mekaniknya.

Kim *et al* (1999) mengungkapkan tentang *Moisture Sorption* dari komposit bahan pangan, bahwa kelembaban suatu komposit cokelat berhubungan dengan syarat penyimpanan dan pengemasan cokelat agar tahan lama. Afoakwa *et al* (2009) mengkaji sifat fisis dari cokelat. Salah satu hal yang diungkapkan bahwa komposisi dalam cokelat itu bervariasi dan efeknya ditentukan pada struktur mikro, menggunakan mikroskop cahaya, dan sifat mekanik dari cokelat cair dan kekerasan cokelat.

Berdasarkan pemaparan di atas salah satu sifat mekanik komposit cokelat yang penting untuk dikaji adalah kekuatan tekannya. Hal ini berkaitan dengan ukuran maksimum suatu bahan dapat menahan beban yang diterimanya. Jadi, penelitian ini berfokus pada sifat mekanik komposit cokelat batang dengan *filler* biji mete.

## METODE PENELITIAN

Bahan utama penelitian ini adalah cokelat dan biji mete. Cokelat yang digunakan adalah cokelat jenis *dark chocolate* (Merk *Compound Chocolate Colatta*), dengan biji mete yang telah di oven. Peralatan pendukung meliputi oven, cetakan cokelat batang, refrigerator, dan neraca digital.

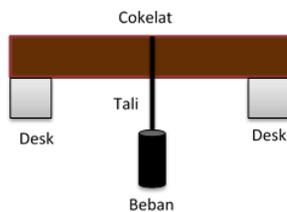
Persiapan penelitian diawali dengan pembuatan lelehan cokelat batang. Cokelat batang jenis *dark chocolate bar* di potong menjadi bagian-bagian kecil atau memarut cokelat batang tersebut. Hal ini dimaksudkan agar saat proses pelelehan cokelat dapat meleleh dengan sempurna.

Selanjutnya, memasukan hasil irisan tersebut ke dalam wadah atau loyang yang telah disiapkan dan kemudian dipanaskan di atas kompor dengan api kecil dan dilakukan pengadukan agar cokelat meleleh secara merata dan sempurna hingga teksturnya menjadi lembut. Lelehan cokelat ini disebut sebagai *matriks* dalam fabrikasi material komposit. Menyiapkan biji mete yang telah di potong-potong sesuai dengan variasi ukuran yang telah ditentukan dengan massa tetap. Selain itu, biji mete juga divariasikan massanya. Biji mete ini sebagai *filler* dalam material komposit.

Proses *mixing* bahan dimulai dengan menimbang masing-masing bahan untuk mendapatkan komposisi yang diinginkan. Komposisi bahan dalam hal ini yaitu besaran massa. Massa cokelat dibuat tetap sebagai variabel yang terkontrol yaitu sebesar 100 gram cokelat dan massa dari biji mete yang divariasikan sebagai variabel bebas, dengan variasi massa mete dari 15, 20, 25, 30, 35, dan 40 gram. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan pengaduk di dalam loyang.

Proses pencetakan dilakukan guna memadatkan adonan paduan dari proses sebelumnya. Pencetakan menggunakan alat cetak cokelat batang kemudian mendinginkannya di dalam kulkas atau refrigerator dengan suhu tertentu hingga cokelat mengeras dan menjadi cokelat batangan. Cokelat batangan yang dihasilkan berukuran 20 x 5 x 0.7 cm

Pengujian sampel dilakukan guna mengetahui sifat mekanik sampel yaitu kekuatan tekan cokelat batang. Mengacu pada kondisi pembebanan yang terpusat ditengah-tengah material uji atau sering disebut "*Three Point Bending*", maka dilakukan skema pengujian sampel seperti Gambar 1,



**Gambar 1.** Skema pengujian sampel

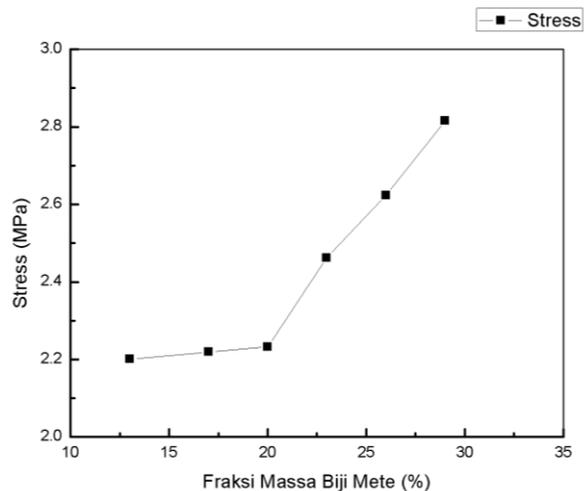
Persamaan yang digunakan adalah sebagai

berikut, 
$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$
 (Gapsari & Putu 2010)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran butir dan fraksi volume dari *filler* material komposit akan mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit. Perilaku mekanik material komposit terhadap beban statik berupa beban tarik dan beban bending tergantung dari bentuk dan ukuran dari *filler*. Pada ikatan antara matriks dan *filler*, fraksi volume *filler*, aspek rasio dari *filler* merupakan faktor terpenting untuk menentukan kekuatan dari matriks (Gapsari & Putu 2010).

Sampel cokelat pada penelitian ini menggunakan variasi fraksi massa biji mete yaitu 13 %, 17%, 20%, 23%, 26 %, dan 29%. Uji kuat tekan digunakan untuk mengestimasi tingkat kekuatan maksimum cokelat batang dapat menahan beban yang diterimanya. Estimasi dilakukan dengan mengukur stress maksimum yang dimiliki cokelat batang. Pengukuran ini dilakukan dengan menggantungkan sebuah beban pada cokelat batang. Berdasarkan hasil uji kuat tekan untuk komposit cokelat batang dengan variasi fraksi massa diperoleh distribusi nilai stress maksimum seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik hubungan stress komposit cokelat batang dengan variasi fraksi massa biji mete

Grafik pada Gambar 2 tersebut menunjukkan hasil yang cukup signifikan, grafik pada awalnya hanya sedikit mengalami peningkatan kemudian

pada titik tertentu grafik menunjukkan peningkatan yang tinggi, titik tersebut merupakan titik kritis. Komposit cokelat batang yang berpenguat biji mete memiliki kekuatan tekan paling besar pada fraksi massa mete 29 % yaitu sebesar 2.81 MPa.

Hal yang menyebabkan grafik memiliki perilaku seperti ditunjukkan pada Gambar 2 adalah adanya efek perkolasi. Efek perkolasi ini dipengaruhi oleh banyaknya fraksi partikel yang mengisi suatu komposit, karena partikel itu sendiri sebenarnya memiliki tingkat kekuatan tekan sendiri, sehingga ketika banyak partikel dijadikan satu akan menghasilkan kekuatan tekan yang besar. Pada grafik Gambar 2 terdapat sebuah titik kritis stress komposit cokelat batang yaitu pada fraksi massa mete 23 % sebesar 2.46 MPa.

Karakterisasi bahan mesoporous, dan khususnya penentuan distribusi ukuran pori-pori, dari adsorpsi-desorption menjadi subjek yang sangat penting. Selain itu, pada percobaan  $Lo'$  pez diasumsikan bahwa volume pori-pori dan ikatan pada jaringan material berpengaruh pada efek perkolasi (Lo'pez *et al* 2000). Asumsi ini berhubungan dengan biji mete sebagai filler yang mengisi matriks cokelat, bahwa diestimasi didalam sampel ada distribusi aliran kekuatan yang dimiliki oleh biji mete itu sendiri, sehingga berpengaruh pada tingkat kekuatan cokelat. Estimasi ini memiliki analogi yang sama dengan distribusi ukuran partikel dapat berpengaruh pada sifat aliran partikel dari cokelat. Selama produksi, partikel cokelat memiliki ukuran dasar sekitar 15-30  $\mu\text{m}$ . Jika ukurannya lebih besar, maka saat hasil akhir dari cokelat memiliki rasa yang kasar dimulut. Partikel yang lebih kecil meningkatkan luas permukaannya. Pada *Dark Chocolate, rheological property* dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel (PSD), lemak, dan lesitin dengan konsekuensi berpengaruh pada tekstur dan sifat leleh. Distribusi ukuran partikel, kunci penentu perilaku aliran (*rheogical*), mempengaruhi viskositas serta tekstur (Bolenz *et al* 2014, Afoakwa *et al* 2009 & Diana *et al* 2011).

Adanya partikel berupa *filler* membuat beberapa daerah pada cokelat sebagai matriks akan terisi oleh partikel, sehingga pada saat terjadi *interlamellar stretching*, deformasi yang terjadi pada

bagian sampel dapat diminimalisir oleh partikel. Mekanisme penguatannya yaitu dengan adanya partikel, maka jarak antara bagian specimen akan diperpendek oleh adanya partikel tadi. Semakin meningkatnya jumlah partikel yang ada (sampai pada batasan tertentu dimana matriks masih mampu mengikat partikel), maka deformasi yang terjadi akan semakin berkurang, karena beban yang sebelumnya diterima oleh matriks akan diteruskan atau ditanggung juga oleh partikel sebagai penguat. Hal inilah yang menyebabkan pada fraksi massa mete 29% dalam penelitian ini mempunyai kekuatan mekanik yang tertinggi, karena tegangan yang diberikan pada spesimen akan terdistribusi secara merata karena beban yang juga ikut disanggah oleh partikel, dan matriks disini akan lebih berfungsi sebagai pendistribusi tegangan.

Ikatan antara matriks dan filler harus kuat. Apabila ikatan yang terjadi cukup kuat, maka mekanisme penguatan dapat terjadi. Jika ikatan antar permukaan partikel dan matriks tidak bagus, filler hanya akan berperan sebagai *impurities* atau pengotor saja dalam spesimen. Akibatnya filler akan terjebak dalam matriks tanpa memiliki ikatan yang kuat dengan matriksnya. Oleh karena itu, terdapat udara yang terjebak dalam matriks sehingga dapat menimbulkan cacat pada spesimen. Akibatnya beban atau tegangan yang diberikan pada spesimen tidak akan terdistribusi secara merata. Hal inilah yang menyebabkan turunnya kekuatan mekanik pada komposit.

## PENUTUP

Komposit cokelat batang dengan variabel biji mete sebagai *filler* merupakan salah satu bahan material komposit dalam bidang pangan. Pada komposit cokelat batang dilakukan pengujian berupa uji kuat tekan. Hasil dari pengujian tersebut didapatkan komposisi terbaik dari komposit cokelat batang adalah fraksi massa mete 29%. Pada komposisi ini diperoleh kekuatan tekan sebesar 2.81 MPa. Variasi fraksi massa mete berpengaruh pada sifat mekanik material komposit karena berkaitan dengan perilaku distribusi partikel. Kuat tekan

komposit coklat teramati meningkat dengan kenaikan jumlah biji mete pada coklat batang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa E O, Alistair P, Mark F & Joselio V. 2008. Characterization of Melting Properties in Dark Chocolates From Varying Particle Size Distribution And Composition Using Differential Scanning Calorimetry. *Food Research International*, 41 : 751-757
- Afoakwa, E O, Alistair P, Mark F & Joselio V. 2008. Relationship between Rheological, Textural and Melting Properties of Dark Chocolate as Influenced by Particle Size Distribution and Composition. *European Food Research Technology*, 227 : 1215-1223
- Afoakwa E O, Alistair P, Mark F & Joselio V. 2009. Microstructure and Mechanical Properties Related to Particle Size Distribution and Composition in Dark Chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 : 111-119
- Bolenz S, Marco H & Christian L. 2014. Improving Particle Size Distribution and Flow Properties of Milk Chocolate Produced by Ball Mill and Blending. *European Food Research Technology*, 238 : 139-147
- Diana J, Koushik A K & Douglas S L. 2011. Effect of Barley Flour on The Physical and Sensory Characteristics of Chocolate Chip Cookies. *Journal Food Science Technology*, 48 : 569-567
- Gapsari F & Putu H S. 2010. Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 1(2) : 59-64
- Gordon P, Isabella P & Heather B. 2006. Review Mood State Effects of Chocolate. *Journal of Affective Disorders*, 1-11
- Jeefferie O. Nurul F, Mohd W A R, Yuhazri M Y, Haeryip S & Ramli J. 2011. Preliminary Study on The Physical And Mechanical Properties of Tapioca Starch / Sugar Cane Fiber Cellulose Composite. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6 (4) : 7-15
- Kim S S, Kim S Y, Kim D W, Shin S G & Chang K S. 1999. Moisture Sorption Characteristics of Composite Foods Filled with Chocolate. *Journal of Food Science Institute of Food Technologists*, 64 (20) : 300-302
- Lo'pez, Vidales A M & Zgrablich G. 2000. Percolation Effects on Adsorption-Desorption Hysteresis. *Langmuir*, 16 : 6999-7005