

# OPTIMALISASI ENERGI MEKANIK PENGEPRESAN BUAH MARKISA DAN FORMULA MEMBENTUK SIFAT EFFERVESSEN TABLET BUAH MARKISA

---

**Ansar**

Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram,  
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, Nusa Tenggara Barat.  
Email: ancadewi@yahoo.com

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh energi pengepresan dan formula terhadap sifat tablet effervescent buah markisa. Penelitian dilakukan dengan memvariasi tekanan pengepresan dan formula bahan. Formulasi bahan dilakukan dengan memvariasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat dengan rasio berat 1:3, 1:2, 1:1, 3:1, 2:1 dan 2:3, sedangkan variasi energi mekanik pengepresan adalah 1000, 2000, 3000, 4000 dan 5000 N. Sifat tablet effervescent yang dibahas dalam evaluasi adalah kekerasan dan kelarutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi pengepresan berpengaruh secara signifikan terhadap tekstur dan kelarutan tablet effervescent buah markisa. Variasi formula tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tekstur dan kelarutan tablet effervescent buah markisa. Sifat tablet yang baik adalah yang dibuat pada energi pengepresan 3000 N dengan rasio konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat 1:2.

**Kata kunci:** Energi mekanik kompresi, Formula, Tablet effervescent

## ABSTRACT

The aims of this research are to determine the influences of formula and mechanical energy of compression on the characteristic effervescent tablet of passion fruit. The research was conducted with variation of formulas and compression mechanical forces. Variations of formula were carried on by combining different ratio of citric acid and sodium bicarbonate (1:3, 1:2, 1:1, 3:1, 2:1, and 2:3 w/w) and compression mechanical energy of 1000, 2000, 3000, 4000, and 5000 N. Characteristic of effervescent tablet of passion fruits that evaluated are hardness and dissolution rate. The results of research showed that the compression energy significantly influenced ( $\alpha > 0.05$ ) on the hardness and dissolution rate of effervescent tablet. Variations of formula none significantly influenced ( $\alpha < 0.05$ ) on the texture and dissolution rate. The effervescent tablet of passion fruits of good characteristic is formula of ratio citric acid and sodium bicarbonate 1:2 w/w with compression energy 3000 N.

**Key words:** Compression mechanical energy, Formula, Effervescent tablet

## 1. PENDAHULUAN

Tablet effervescent didefinisikan sebagai tablet berbuih, mengandung garam-garam effervescent atau bahan lain yang mampu melepaskan gas CO<sub>2</sub> saat terjadi kontak dengan air (Mohrle, 1989). Sedangkan menurut Ansel (1989) tablet effervescent merupakan kombinasi natrium bikarbonat, asam sitrat, dan asam tartrat yang apabila dilarutkan dalam air akan bereaksi membebaskan gas CO<sub>2</sub> sehingga menghasilkan buih. Langkah awal pada pembuatan tablet effervescent adalah menentukan formula untuk mendapatkan sifat-sifat

tablet yang diinginkan. Formula tablet effervescent selain mengandung bahan utama, juga terdiri dari kombinasi beberapa bahan yang berfungsi sebagai bahan pengisi (*fillers*), bahan perekat (*binders*), bahan penghancur (*disintegrators*), dan bahan pelicin (*lubricants*). Michaud (1999) menjelaskan, untuk mendapatkan sifat tablet effervescent yang ideal, biasanya diperlukan dua atau lebih bahan tambahan (*ingredients*).

Metode pembuatan tablet sangat tergantung pada karakteristik bahan yang akan diolah dan sifat tablet yang ingin dihasilkan. Tablet effervescent pada umumnya dibuat dengan metode kompresi cetak langsung yaitu memampatkan bahan yang terdiri dari beberapa *ingredient* di dalam cetakan, sehingga bahan menjadi kompak dan padat, kemudian terbentuk tablet. Metode kompresi lebih banyak digunakan dalam pembuatan tablet karena dinilai lebih menguntungkan dalam hal efisiensi waktu pengerjaan, peralatan, ruangan maupun energi yang dibutuhkan selama proses (Banker dan Anderson, 1994).

Pada saat bahan dimampatkan, terjadi gesekan antar titik singgung permukaan butiran, sehingga timbul panas yang dapat menaikkan suhu bahan. Kenaikan suhu dapat menyebabkan terjadinya perubahan fase pada bahan dari fase gelas (padat) menjadi fase *rubbery* (karet) yang disebut dengan suhu transisi gelas (*glass transition temperature*) atau disingkat  $T_g$  (Khalloufi *et.al.*, 2000). Pada pembuatan tablet, komponen bahan yang memiliki suhu  $T_g$  rendah ketika dikompresi akan mengalami perubahan fase lebih awal, sehingga dapat berfungsi sebagai bahan perekat (*binder*).

Masalah yang sering terjadi pada pembuatan tablet effervescent adalah tablet yang dihasilkan terkadang bersifat rapuh, sehingga mudah hancur atau terlalu mampat menyebabkan sukar larut. Fenomena tersebut disebabkan oleh penentuan formula dan penggunaan energi pengepresan yang tidak optimum. Tablet effervescent yang rapuh mungkin saja mudah larut, akan tetapi tablet ini tidak tahan terhadap gangguan mekanis pada saat pendistribusian atau penyimpanan (Anonim, 2004).

Terkait dengan hal tersebut di atas, maka perlu dikaji secara ilmiah optimasi energi mekanik pengepresan dan formula serta pengaruhnya terhadap sifat tablet effervescent buah markisa. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh energi mekanik pengepresan dan formula terhadap kekerasan dan kelarutan tablet effervescent bubuk buah.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1. Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua kelompok yaitu bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utama adalah granula markisa yang dibuat dari bubur buah markisa. Sedangkan bahan tambahan (*food additives*) meliputi aspartam sebagai bahan pemanis, polietilen glikol (PEG) sebagai bahan pelicin, natrium bikarbonat sebagai bahan penghancur, dan asam sitrat sebagai bahan perekat.

Alat yang digunakan adalah *rotary vacuum vaporator*, ayakan Tyler, timbangan Sartorius, cetakan tablet, termometer, termokopel tipe K, *Universal Testing Machine* merk Zwick seri SA/0.5 dan *dehumidifier* Sanyo.

## 2.2. Tahapan Pembuatan Granula Markisa

Pembuatan granula markisa dilakukan dengan penambahan laktosa pada bubur buah markisa dengan rasio berat 20:80 (b/b). Bahan ini dicampur di dalam *mixer* sampai terbentuk campuran yang homogen, kemudian diayak pada ayakan 12 mesh hingga terbentuk granula basah. Selanjutnya dikeringkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 50°C dengan lama pengeringan 10 jam, sehingga diperoleh produk dengan kadar air 3,2 %.

## 3. PEMBUATAN TABLET EFFERVESSEN

### 3.1. Formulasi Bahan

Formulasi bahan dilakukan dengan memvariasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat dengan rasio berat 1:3, 1:2, 1:1, 3:1, 2:1, and 2:3 (b/b). Formula yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Formula tablet effervescent buah markisa**

Jenis Bahan	Jumlah Bahan (mg)					
	Fm1	Fm2	Fm3	Fm4	Fm5	Fm6
Granula Markisa	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Aspartam	190	190	190	190	190	190
PEG	10	10	10	10	10	10
Asam Sitrat	300	400	500	600	700	800
Na. Bikarbonat	900	800	700	600	500	400
Total (mg)	3400	3400	3400	3400	3400	3400

Keterangan : Fm = formula

### 3.2. Pencampuran *Ingredient*

Sebelum pentabletan, bahan-bahan yang digunakan terlebih dahulu dicampur rata pada kelembaban nisbi (RH) ruangan 40%. Granula markisa lebih awal dicampur dengan aspartam, kemudian ditambahkan natrium bikarbonat, diaduk hingga rata. Selanjutnya ditambahkan asam sitrat dan diaduk hingga tercampur rata. Pencampuran terakhir adalah penambahan PEG sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga diperoleh campuran yang homogen.

### **3.3. Pencetakan Tablet**

Pencetakan tablet dilakukan dengan metode kompresi cetak langsung (Mohrle, 1989). Bahan-bahan yang sudah dicampur rata berdasarkan pada formula 1 (Fm1) sampai dengan formula 6 (Fm6), selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan kemudian dimampatkan dengan menggunakan variasi gaya tekan. Besarnya variasi energi pengepresan adalah 1000, 2000, 3000, 4000, dan 5000 N. Tablet effervescent yang telah dihasilkan, selanjutnya dilakukan uji tekstur dan kelarutan.

### **3.4. Analisis Sifat Fisik Tablet**

#### **3.4.1. Kekerasan**

Kekerasan tablet diukur dengan cara mekanis yaitu menggunakan *universal testing machine* merk Zwick seri SA/0.5. Tablet ditempatkan di antara kedua landasan, kemudian diberikan gaya hingga tablet pecah yang dinyatakan dalam satuan Newton. Besarnya gaya yang digunakan hingga tablet pecah menunjukkan ketahanan tablet untuk menahan beban maksimum. Berdasarkan *United States Pharmacopeia* (USP) syarat kekerasan suatu tablet berkisar antara 4-9 kgf (Ansel, 1989).

#### **3.4.2. Kelarutan**

Kelarutan adalah waktu yang dibutuhkan tablet effervescent untuk hancur dan menjadi bagian yang tersuspensi. Waktu larut diukur dengan menempatkan tablet dalam air mineral dengan volume 200 ml pada suhu kamar kemudian dihitung waktu yang diperlukan oleh tablet untuk benar-benar telah larut semuanya. Standar kelarutan tablet effervescent berdasarkan USP adalah 120 detik (Ansel, 1989).

## **4. RANCANGAN PERCOBAAN DAN ANALISIS DATA**

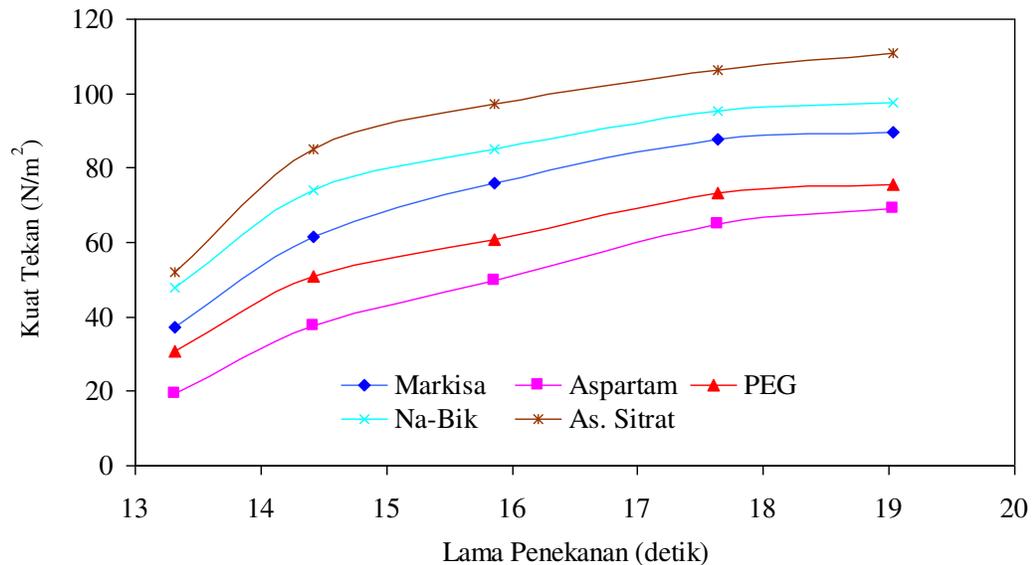
Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial ( $5 \times 6$ ) yaitu 5 variasi energi mekanik pengepresan dan 6 variasi formula. Analisis kekerasan dan kelarutan untuk masing-masing perlakuan dilakukan 5 ulangan. Data hasil pengujian sifat fisik tablet effervescent buah markisa dilakukan menggunakan analisis varian (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%. Apabila terdapat beda nyata pada  $\alpha = 5\%$  dalam bentuk perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji perbedaan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk membandingkan *mean* antar perlakuan.

### **4.1. Kekerasan**

Kekerasan tablet merupakan salah satu parameter mutu yang menggambarkan ketahanan tablet terhadap gangguan mekanis. Kekerasan tablet diukur secara mekanis digunakan

sebagai parameter kualitas fisik tablet untuk mengetahui kekompakan tablet setelah pencetakan. Tablet yang kompak diperkirakan mampu bertahan selama proses pendistribusian dan penyimpanan.

Hasil pengukuran kuat tekan masing-masing bahan penyusun tablet disajikan pada Gbr. 1. Data ini merupakan hasil pengukuran yang dilakukan secara langsung di laboratorium. Apabila penekanan dilakukan dengan kecepatan yang konstan terhadap waktu, maka setiap variasi energi mekanik pengepresan memiliki waktu yang berbeda-beda untuk mencapai energi mekanik pengepresan maksimal. Dengan demikian, variasi energi mekanik pengepresan dapat dianalogikan dengan lama penekanan. Energi mekanik pengepresan 1000 N analog dengan 13,31 detik, sedangkan energi mekanik pengepresan 2000; 3000; 4000; dan 5000 N masing-masing analog dengan 14,42; 15,86; 17,64; dan 19,03 detik.



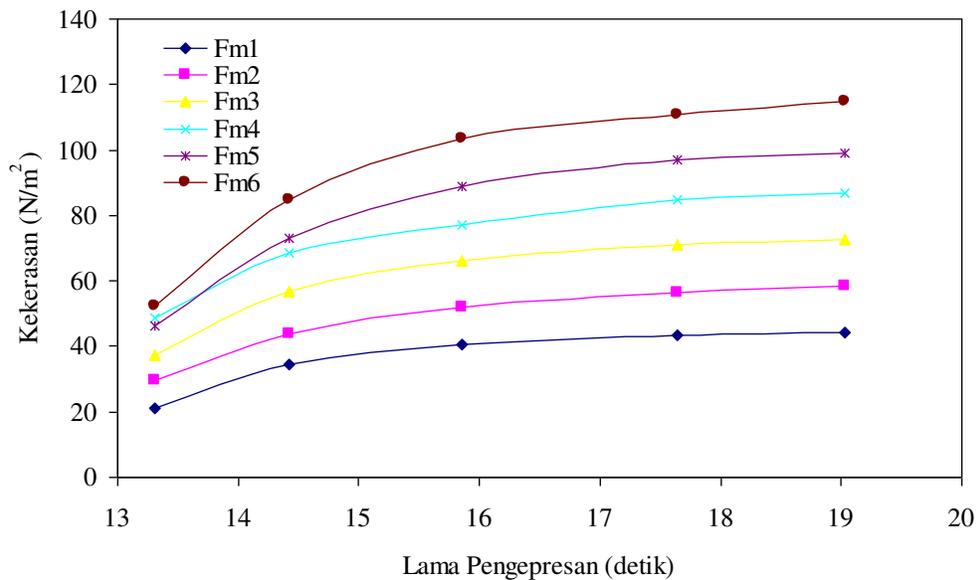
**Gbr. 1. Hasil pengukuran kuat tekan pada masing-masing komponen penyusun tablet effervescent buah markisa**

Pada Gbr. 1 terlihat bahwa komponen penyusun tablet memiliki kuat tekan maksimal yang berbeda-beda. Asam sitrat memiliki kuat tekan tertinggi yaitu 110,86 N/m<sup>2</sup>, sedangkan bahan yang memiliki kuat tekan terendah adalah aspartam yaitu hanya 69,15 N/m<sup>2</sup>. Dari Gbr.1 juga tampak bahwa perubahan kuat tekan bahan mengikuti pola asimptotis yaitu semakin lama penekanan kurve perubahan kuat tekan bahan mendekati konstan.

Kuat tekan bahan berhubungan dengan suhu T<sub>g</sub> yang dimiliki oleh masing-masing bahan tersebut. Bahan yang memiliki suhu T<sub>g</sub> rendah, dalam hal ini asam sitrat yaitu 31°C, akan mengalami perubahan fase lebih awal, sehingga ikatan antar butiran lebih kuat dan kompak. Pada Gbr. 1 terlihat bahwa pada gaya tekanan yang sama, asam sitrat lebih awal mengalami perubahan fase, sehingga memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan komponen penyusun tablet yang lain.

Proses kompresi akan menyebabkan udara terdorong keluar, kemudian butiran-butiran saling menempel dan merekat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Vadas *et.al.* (2002) bahwa selain energi mekanik pengepresan, kekerasan tablet juga dipengaruhi oleh komponen bahan yang mengalami perubahan bentuk ketika pengepresan, sehingga masing-masing butiran saling mengunci satu sama lain.

Hasil pengukuran kekerasan tablet effervescent buah markisa untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Gbr. 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa penggunaan energi mekanik pengepresan yang berbeda akan memberikan nilai kekerasan berbeda-beda. Tekanan yang besar akan menyebabkan tablet semakin padat dan kompak.



**Gbr. 2. Hubungan antara lama pengepresan dengan kekerasan tablet effervescent buah markisa**

Perlakuan energi mekanik pengepresan menyebabkan terjadinya gesekan antar permukaan butiran, sehingga timbul panas yang dapat menaikkan suhu melebihi *glass transition temperature* ( $T_g$ ) bahan. Pada kondisi ini, asam sitrat yang memiliki suhu  $T_g$  paling rendah ( $31^\circ\text{C}$ ) dibandingkan komponen tablet yang lain akan berfungsi sebagai bahan perekat (*binder*).

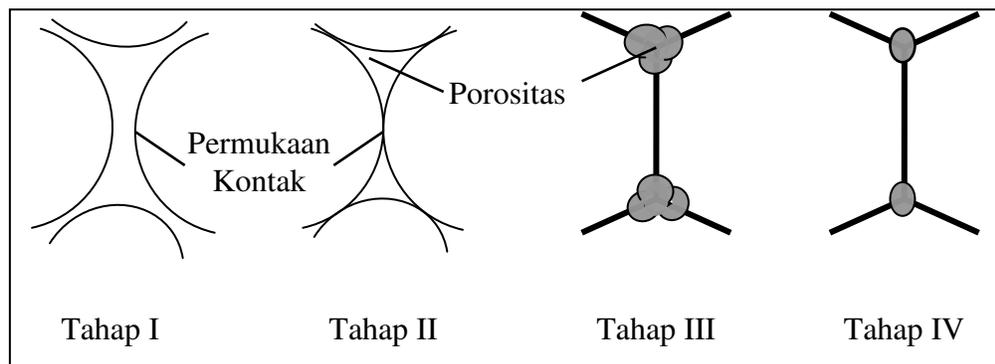
Tablet effervescent yang dicetak pada energi mekanik pengepresan 5000 N yang merupakan penggunaan energi mekanik pengepresan paling tinggi dalam penelitian ini memiliki kekerasan  $100,23 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan tablet yang dicetak dengan energi mekanik pengepresan 4000, 3000, 2000, dan 1000 N masing-masing memiliki kekerasan  $92,30$ ;  $75,17$ ;  $54,02$ ; dan  $36,98 \text{ N/m}^2$ .

Tablet yang dicetak dengan energi mekanik pengepresan 1000 N memiliki kekerasan yang paling rendah. Hal ini terjadi karena tekanan yang diterima bahan pada saat pentabletan juga paling rendah. Tablet yang kekerasannya rendah, akan mudah hancur. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Marais *et.al.* (2003) bahwa jika gaya tekan yang digunakan saat pencetakan tablet kecil, maka kecil pula tekanan yang diterima oleh bahan, sehingga kekerasan tablet juga semakin rendah atau bersifat rapuh.

Selain energi mekanik pengepresan, komposisi asam sitrat sebagai bahan perekat juga berpengaruh terhadap kekerasan tablet. Pada Gbr. 2 terlihat bahwa semakin tinggi komposisi asam sitrat (Fm6), kekerasan tablet juga semakin tinggi yaitu  $121 \text{ N/m}^2$ . Sebaliknya, semakin rendah komposisi asam sitrat (Fm1), kekerasan tablet juga semakin rendah yaitu hanya  $40,35 \text{ N/m}^2$ . Hal ini terjadi karena ketika pentabletan terjadi gesekan antar titik singgung butiran. Titik singgung tersebut akan menimbulkan panas yang melebihi suhu  $T_g$  bahan. Pada kondisi ini, asam sitrat akan mengalami pelelehan lebih awal karena memiliki suhu  $T_g$  paling rendah yaitu  $31^\circ\text{C}$ , sehingga berfungsi sebagai bahan perekat.

Fenomena di atas selaras dengan hasil penelitian Khalloufi *et.al.* (2000) dan Adawiyah *et.al.* (2005). Kedua hasil penelitian tersebut melaporkan bahwa bahan yang memiliki suhu  $T_g$  lebih rendah dari pada suhu lingkungan akan mengalami perubahan fase dari padat menjadi *rubbery* yaitu lengket seperti karet.

Proses perekatan antar butiran dapat dikategorikan menjadi 4 tahapan seperti ditunjukkan oleh Gbr. 3.



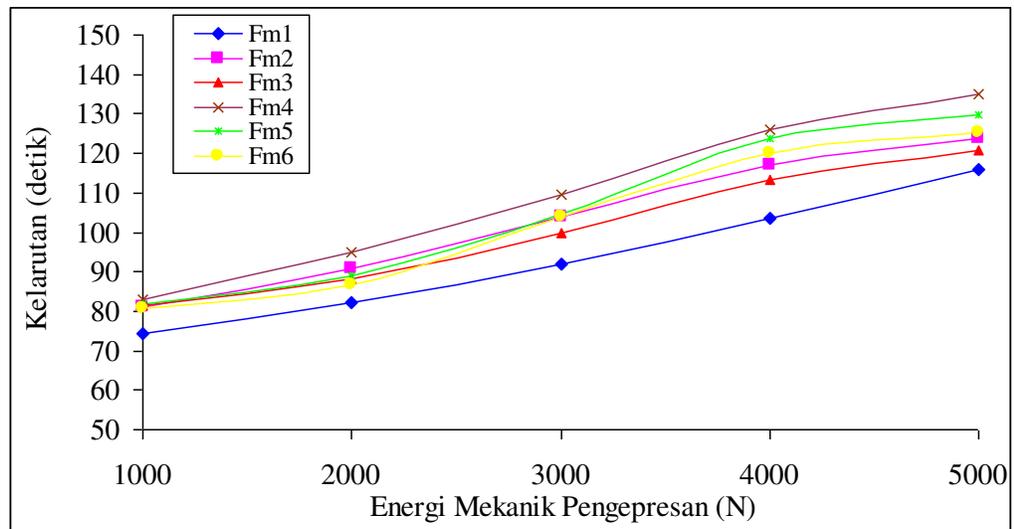
**Gbr. 3. Tahapan-tahapan proses perekatan antar butiran**

Keempat tahapan yang dimaksud dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Tahap pertama butiran akan mengalami deformasi, dimana masing-masing butiran saling menekan dan menempel sehingga terjadi kontak permukaan, tetapi belum terjadi penggabungan antar butiran.
- Tahap kedua, adanya penambahan beban pengepresan, akan terjadi proses difusi antar butiran pada *interface* permukaan butiran. Pada tahap kedua ini batas antar butiran sudah terbentuk, tetapi porositas masih berukuran besar.
- Tahap ketiga, porositas mulai tertekan oleh butiran dan ukurannya sudah mulai mengecil.
- Tahap keempat, pergerakan difusi akan mendorong porositas ke arah butiran, sehingga porositas akan mengecil. Dengan semakin mengecilnya porositas, ikatan antar butiran semakin kuat dan kekerasan tablet juga semakin tinggi.

## 4.2. Kelarutan

Pengukuran kelarutan bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh tablet effervescent buah markisa larut. Kelarutan sempurna tercapai jika produksi gas CO<sub>2</sub> di dalam air terhenti (Mohrle, 1989). Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh kelarutan tablet effervescent buah markisa berkisar antara 80,42-125,12 detik. Data hasil pengukuran kelarutan disajikan pada Gbr. 4.



**Gbr. 4. Hubungan antara energi mekanik pengepresan dengan kelarutan tablet effervescent buah markisa**

Pada Gbr. 4 terlihat bahwa semakin besar energi mekanik pengepresan yang digunakan, tekstur tablet juga semakin tinggi, sehingga kelarutannya semakin lama. Tekstur tablet yang tinggi akan menyebabkan tablet tenggelam terlebih dahulu kemudian naik ke permukaan, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk larut semakin lama.

Sedangkan tablet yang rapuh, akan langsung larut dan pecah di permukaan air, sehingga kelarutannya relatif lebih cepat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Marais *et.al.* (2003)

bahwa tablet yang rapuh biasanya memiliki kelarutan yang lebih cepat. Energi mekanik pengepresan yang tinggi menyebabkan densitas tablet menjadi kecil, sehingga penetrasi cairan ke dalam struktur tablet menjadi sulit. Hal ini sangat berpengaruh terhadap waktu larut tablet. Penggunaan energi pengepresan 5000 N memiliki kelarutan 125,12 detik. Hal ini melebihi standar kelarutan yang ditetapkan oleh *United States Pharmacopea* (USP) yaitu kurang dari 120 detik (Ansel, 1989).

Perbedaan formula berupa variasi rasio asam sitrat dan natrium bikarbonat sangat berpengaruh terhadap kelarutan tablet. Pada formula 1 dengan rasio asam sitrat dan natrium bikarbonat 1:3 (b/b) memiliki kelarutan paling singkat. Hal ini berkaitan dengan reaksi effervescent yang memerlukan 3 molekul natrium bikarbonat untuk bereaksi sempurna dengan 1 molekul asam sitrat yang menghasilkan 3 molekul gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Konsentrasi natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) yang tinggi memberikan pengaruh terhadap kelarutan tablet. Hal ini terjadi karena natrium bikarbonat berfungsi sebagai bahan penghancur dan ketika bereaksi dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) akan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ , sehingga memberikan efek yang menyegarkan. Fung dan King (2003) melaporkan bahwa konsentrasi natrium bikarbonat yang tinggi dapat menyebabkan kelarutan tablet menjadi lebih cepat. Adanya efek karbonasi pada tablet effervescent, memberikan sensasi menyegarkan pada saat diminum merupakan kelebihan produk-produk effervescent, sehingga konsumen menyenangi produk tersebut (Karagul *et.al.*, 1999).

Mekanisme proses kelarutan tablet effervescent sari buah dalam air mineral dapat dikemukakan dengan 3 tahapan, yaitu

- Pertama, pada awal pencelupan, tablet diselubungi oleh lapisan air yang akan terserap ke dalam tablet.
- Kedua, setelah air terabsorpsi ke dalam tablet, ikatan antar butiran lepas yang mengakibatkan terbentuknya butiran-butiran kecil di dalam air. Pelepasan ikatan antar butiran mengeluarkan energi yang cukup besar yang ditandai dengan terjadinya pembentukan gelembung-gelembung udara yang berlanjut dengan terbentuknya gas  $\text{CO}_2$  di dalam air.
- Ketiga, terjadi perubahan bentuk dari butiran-butiran kecil menjadi butiran-butiran halus yang secara kasat mata tidak dapat diindera lagi. Pada tahapan ini gelembung-gelembung udara juga sudah tidak tampak lagi, hal ini menunjukkan bahwa antara zat terlarut (tablet effervescent sari buah) dengan pelarut (air mineral) berada dalam kondisi kesetimbangan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Energi mekanik pengepresan berpengaruh secara nyata terhadap tekstur dan kelarutan tablet effervescent buah markisa. Semakin besar energi mekanik pengepresan, semakin tinggi tekstur tablet, sehingga kelarutannya semakin lama. Tekstur tablet 100,23 N

memiliki kelarutan 125,12 detik, sedangkan pada tekstur 36,98 N kelarutannya hanya 80,42 detik.

- 2) Natrium bikarbonat sebagai bahan penghancur tidak berpengaruh secara nyata terhadap kelarutan tablet effervescent buah markisa. Akan tetapi, kelarutan cenderung lebih cepat dengan semakin tingginya konsentrasi natrium bikarbonat.
- 3) Untuk memperoleh sifat tablet dengan kekerasan yang tinggi tapi mudah larut, sebaiknya dibuat dengan energi mekanik pengepresan 3000 N, konsentrasi asam sitrat 500 mg, dan konsentrasi natrium bikarbonat 1000 mg.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Dr. Ir. Suyitno, M.Eng (alm), penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya atas segala bantuannya, yang telah mendahului kita semua, semoga mendapatkan tempat yang layak disisi-Nya, Amin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2004). *Bisnis Minuman Berenergi*. 14 Agustus 2004. <http://www.extrajos.co.id>.
- Ansel, H.C., (1989). *Introduction to Pharmaceutical Dosage Forms*. Lea and Febiger, Georgia.
- Banker, C.S., and Anderson, N.R., (1994). *Granulation and Tablet Characteristic*. Vol. 2, Marcel Decker Inc., New York.
- Fung, K.Y. and King, N.M., (2003). *Product-Centered Processing: Pharmaceutical Tablets and Capsules*. J. AIChE Vol 49 (5) 1193 – 1218. Proquest online. <http://gateway.proquest.com>.
- Karagul, Y.Y., Coggins, P.C., Wilson, J.C., and White, C.H., (1999). *Carbonated Yogurt, Sensory Properties and Consumer Acceptance*. J. Dairy Sci. 82: p. 1394 - 1398.
- Khalloufi, S., El-Maslouhi, Y, and Ratti, C., (2000). *Mathematical Model for Prediction of Glass Transition Temperature of Fruit Powders*. Journal of Food Science. 65 (5): p. 842 - 847.
- Marais, A.F., Song, M., and Villiers, M.M., (2003). *Effect of Compression Force, Humidity, and Disintegrant Concentration on the Disintegration and Dissolution of Directly Compressed Furosemide Tablets Using Croscarmellose Sodium as Disintegrant*. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, June, 2(1): p. 125 - 135.
- Michaud, J., (1999). *Starch-Based Materials for Direct Compression, Pharmaceutical Formulation and Quality Magazine*. 15 Maret 2005. [www.pharmaquality.com/excipient2.html](http://www.pharmaquality.com/excipient2.html).
- Mohrle, R., (1989). *Effervescent Tablets, dalam Pharmaceutical Dosage Forms: Tablet*. Vol. 1, 2<sup>nd</sup> Edition, Marcel Decker Inc., New York.