

## FORMULASI GELHAND SANITIZER DARI KITOSAN DENGAN BASIS NATRIUM KARBOKSIMETILSELULOSA

Submitted : 8 April 2015

Edited : 10 Mei 2015

Accepted : 20 Mei 2015

Supomo, Yullia Sukawaty , Fedri Baysar

Akademi Farmasi Samarinda  
E-mail: fahmipomo@gmail.com<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

*Chitosan has been widely used in industrial, food, pharmaceuticals and agriculture. Chitosan is a natural biocompatible polymers means that as nature does not have the side effect, non-toxic, can not be easily digested and broken down by microbes (biodegradable). This study aims to determine whether the chitosan may be formulated into dosage gel hand sanitizer that meets the requirements of the physical stability of the gel.*

*Chitosan is formulated with 3 varying concentrations of Na CMC basis of 3%, 4.5% and 6%. Tests conducted gel formulation is the physical stability test which includes organoleptic test, homogeneity, pH test, test dispersive power, viscosity test and test consistency. Testing is done every week for 4 weeks of storage.*

*Results of testing physical properties of chitosan gel hand sanitizer has the shape and color stable but the resulting aroma change during storage. pH gel meet the requirements, the consistency test of phase separation does not occur, the homogeneity test showed no homogeneous gel, gel dispersive power does not meet the requirements, the viscosity of the gel preparation third formula does not meet the requirements of viscosity gel.*

**Keywords:** Citosan, Gel, Hand Sanitizer

### PENDAHULUAN

Kitosan telah banyak dimanfaatkan dalam bidang industri, pangan, farmasi dan pertanian dalam berbagai bentuk dan tujuan. Kitosan dalam bidang farmasi dimanfaatkan sebagai obat luka, obat pelangsing tubuh, antibakteri, antitumor, antikolesterol, antioksidan, sebagai pengemulsi, dan dapat membentuk gel<sup>1</sup>.

Pemanfaatan kitosan dalam bentuk gel *hand sanitizer* belum banyak dilakukan. *Hand sanitizer*

atau hand antiseptik merupakan alternatif untuk mencuci tangan selain menggunakan air dan sabun. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan Na CMC terhadap sifat fisik gel *hand sanitizer* dari kitosan terhadap persyaratan stabilitas fisik gel yang meliputi uji organoleptis, pemeriksaan homogenitas, pengukuran pH, pengukuran daya sebar, pengukuran viskositas dan pengujian konsistensi.

### METODE PENELITIAN

#### Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah kitosan, asam asetat 4%, Natrium CMC, propilenglikol, metil paraben, essens lemondan air suling.

#### Prosedur Pembuatan Gel Hand Sanitizer

- Na CMC dikembangkan dengan cara ditaburkan di atas air dalam mortir diamkan hingga mengembang selama 24 jam, lalu digerus.

- Kitosan sebanyak 1 g dilarutkan dengan 20 ml asam asetat 4% dan digerus hingga homogen.
- Ditambahkan propilenglikol dan metil paraben yang telah dilarutkan dalam propilenglikol panas, gerus homogen hingga membentuk basisgel.
- Ditambahkan larutan kitosan sedikit demi sedikit kedalam basis gel.
- Ditambahkan air suling hingga gel mencapai 100 ml.
- Dan terakhir ditambahkan pengaroma.

**Evaluasi Sediaan Gel Hand Sanitizer**

Evaluasi sediaan gel yaitu mengamati organoleptis, pemeriksaan

homogenitas, pengukuran pH, pengukuran daya sebar dan pengujian konsistensi.

**Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer**

**Tabel 1.** Formula Sediaan Gel Hand Sanitizer

Bahan	Konsentrasi Bahan dalam Formula (%) b/v		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Kitosan	1	1	1
Na CMC	3	4,5	6
Propilenglikol	2	2	2
Metil paraben	0,02	0,02	0,02
Essens Lemon	3 gtt	3 gtt	3 gtt
Air Suling ad	100	100	100

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Formulasi Gel Hand Sanitizer**

Formula sediaan yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel 1. Bahan aktif yang digunakan dalam sediaan gel ini adalah kitosan. Kitosan yang merupakan polimer kationik yang bersifat nontoksik, dapat mengalami biodegradasi dan bersifat biokompatibel. Kitosan merupakan senyawa polikationik alam yang unik memiliki aktivitas antibakteri<sup>2</sup>. Berdasarkan sifat antibakteri kitosan dan dari penelitian Sarjono dkk<sup>3</sup>, larutan kitosan 1% dalam menghambat pertumbuhan bakteri jika dibandingkan dengan antibiotik tetrasiklin 0,01% secara berturut-turut adalah *Staphylococcus aureus*, *Bacillus substilis*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia colimaka* digunakan konsentrasi 1% pada setiap formula.

Sediaan gel bila digunakan memiliki efek pendinginan pada kulit, penampilan sediaan yang jernih dan elegan, pada pemakaian di kulit setelah kering meninggalkan film tembus pandang, elastis, daya lekat tinggi yang tidak menyumbat pori sehingga pori tidak terganggu, mudah dicuci dengan air, pelepasan obat baik dan kemampuan penyebaran pada kulit baik.

Sediaan gel pada umumnya memiliki komposisi terdiri dari komponen bahan yang dapat mengembang dengan adanya air, humektan dan pengawet, adakalanya diperlukan pula bahan yang dapat meningkatkan penetrasi bahan berkhasiat<sup>4</sup>. Bahan tambahan yang lain adalah Na CMC, propilenglikol, nipagin, essens lemon dan aquades.

NaCMC merupakan gelling agent turunan selulosa yang digunakan dalam formulasi gel hand sanitizer dari kitosan. Gelling agent untuk kebutuhan farmasi dan sediaan kosmetik harus bersifat inert, aman dan tidak reaktif dengan

komponen lain. Bahan aktif yang digunakan dalam sediaan gel ini adalah kitosan yang terlarut dalam asam asetat 4% dengan pH 4 sehingga basis Na CMC dapat digunakan sebagai gelling agent dalam sediaan gel dengan bahan aktif kitosan karena Na CMC memiliki stabilitas yang baik pada suasana asam maupun basa dengan kisaran pH 2-10.

Menurut Rowe, dkk.5 konsentrasi Na CMC sebagai gelling agent yaitu 3-6%. Dalam pembuatan gel menggunakan variasi konsentrasi Natrium CMC sebesar 3%, 4,5%, dan 6%. Pembentukan gel Na CMC terbentuk pada konsentrasi polimer yang relatif rendah antara 2-6%. Pembentukan gel Na CMC umumnya diinduksi oleh pembentukan heliks, kadang diikuti dengan agregasi dari heliks. Pembentukan heliks melibatkan transisi dari bentuk koil menjadi struktur heliks, selanjutnya menjadi heliks ganda (heliks agregat). Heliks yang terbentuk dari Na CMC dapat mencair kembali pada peningkatan suhu. Hal ini terjadi karena peningkatan entropi pada sistem dengan adanya peningkatan temperatur. Gel Na CMC bersifat *temperature-reversible*, seringkali terjadi bila gel yang mencair pada pemanasan dan pembentukan gel pada pendinginan. Bila terbentuk heliks ganda maka akan terbentuk struktur tiga dimensi yang menyerap air dalam jumlah besar sehingga kandungan air dalam medium menjadi semakin sedikit mengakibatkan terbentuknya massa yang semipadat (gel)<sup>4</sup>.

Molekul NaCMC sebagian besar meluas atau memanjang pada konsentrasi rendah tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi molekulnya bertindih dan menggulung, pada konsentrasi yang lebih tinggi akan membentuk benang kusut menjadi gel yang termoreversibel. Meningkatnya

kekuatan ionik dan menurunnya pH dapat menurunkan viskositas Na CMC akibat polimernya yang bergulung<sup>6</sup>.

Medium pendispersi yang digunakan dalam sediaan ini adalah air suling. Kandungan air suling yang cukup besar dapat digunakan sebagai media pertumbuhan mikroba maka diperlukan pengawet untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Metil paraben dari golongan paraben mempunyai kemampuan sebagai antimikroba spektrum luas meskipun lebih efektif terhadap jamur dan kapang, aman digunakan (relatif tidak mengiritasi dan tidak beracun) dan stabil pada pH yang terdapat dalam kosmetik<sup>7</sup>. Metil paraben memiliki pH optimum pada 4-8<sup>6</sup>. Sediaan gel yang dihasilkan memiliki pH 5 yang mampu membuat metil paraben bekerja optimum sebagai pengawet.

Bahan tambahan lain yaitu propilenglikol. Propilenglikol digunakan sebagai humektan yang akan mempertahankan kandungan air dalam sediaan sifat fisik dan stabilitas sediaan dalam penyimpanan dapat dipertahankan. Humektan adalah agen yang mengontrol perubahan kelembaban antara produk dengan udara pada kulit. Pelembab biasanya mengandung substansi dengan bobot molekul rendah dengan sifat penarik air yang disebut humektan. Substansi-substansi ini berpenetrasi pada kulit dan meningkatkan derajat hidrasi stratum corneum<sup>7</sup>.

Pemilihan propilenglikol sebagai humektan karena lebih baik dibandingkan dengan gliserin yang biasanya juga digunakan sebagai humektan. Propilenglikol mempunyai penetrasi yang lebih baik terhadap stratum korneum. Hal tersebut mungkin karena propilenglikol lebih larut dalam lemak dibandingkan dengan gliserin. Propilenglikol lebih murah dibandingkan gliserin dan lebih sedikit mengakibatkan iritasi<sup>7</sup>. Konsentrasi propilenglikol yang digunakan adalah sebesar 2% sebagai humektan. Loden<sup>8</sup> menyatakan bahwa konsentrasi propilenglikol di atas 10% dapat menimbulkan reaksi iritasi kulit sedangkan di bawah 2% menimbulkan dermatitis. Propilenglikol memiliki stabilitas yang baik pada pH 3-6. Propilenglikol dapat digunakan sebagai humektan dalam sediaan gel *hand sanitizer* dari kitosan.

### Evaluasi Sediaan Gel

Evaluasi sediaan gel dilakukan untuk mengetahui gel yang dibuat stabil dan memenuhi persyaratan berdasarkan pustaka. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 4 minggu penyimpanan.

### Pengamatan Organoleptis

Pada pengamatan organoleptis sediaan gel diamati bentuk, warna dan aroma.

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan Organoleptis

Formula	Hasil Pengamatan		
	Bentuk	Warna	Aroma
F <sub>1</sub>	Semi solid agak kental	Putih keruh	Essens Lemon
F <sub>2</sub>	Semi solid kental	Putih keruh	Essens Lemon
F <sub>3</sub>	Semi solid sangat kental	Putih keruh	Essens Lemon

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Berdasarkan tabel 2, sediaan gel yang dihasilkan dengan variasi basis gel Na CMC cukup baik. Gel *hand sanitizer* yang dibuat tidak menampakkan perubahan bentuk, warna dan aroma pada awal pembuatan.

Setiap formula memiliki bentuk yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan terdapat perbedaan konsentrasi *gelling agent* yang digunakan. Semakin besar konsentrasi *gelling agent* yang digunakan maka semakin kental pula sediaan yang dihasilkan. Pada formula F<sub>1</sub> memiliki bentuk semi solid agak kental, formula

F<sub>2</sub> memiliki bentuk semi solid kental, dan formula F<sub>3</sub> memiliki bentuk semi solid sangat kental.

Hasil pengamatan warna gel kitosan dari ketiga formula, mulai dari hari ke-0 menampakkan warna putih keruh dan aroma essens lemon yang bercampur dengan asam asetat. Warna putih keruh pada gel dikarenakan kitosan yang digunakan sebanyak 1%, semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin keruh pula warna gel. Pada hari ke-3, aroma khas asam asetat dari ketiga formula mulai berkurang dan aroma essens lemon mulai mendominasi. Hal ini dikarenakan asam asetat yang digunakan untuk

melarutkan kitosan menguap selama penyimpanan.

Pengamatan homogenitas dilakukan dengan mengoleskan sediaan gel pada sekeping kaca. Uji ini dilakukan untuk mengetahui homogenitas bahan aktif dan bahan tambahan lainnya dalam sediaan.

**Pengamatan Homogenitas**

**Tabel 3.** Hasil Pengamatan Homogenitas

Formula	Homogenitas
F <sub>1</sub>	Tidak homogen, menunjukkan adanya gumpalan kecil
F <sub>2</sub>	Tidak homogen, menunjukkan adanya gumpalan sedang
F <sub>3</sub>	Tidak homogen, menunjukkan adanya gumpalan besar

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Dari pengamatan homogenitas yang dapat dilihat pada tabel 3, setiap formula tidak menunjukkan butiran kasar, namun terlihat gumpalan Na CMC yang didalamnya terdapat larutan kitosan berwarna putih keruh. Semakin tinggi konsentrasi Na CMC yang digunakan maka semakin besar pula gumpalan yang dihasilkan, hal ini dapat dilihat pada formula F<sub>1</sub> yang memiliki gumpalan kecil, formula F<sub>2</sub> yang memiliki gumpalan lebih besar dari F<sub>1</sub> dan F<sub>3</sub> yang memiliki gumpalan lebih besar dari formula F<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub>. Gel tidak homogen disebabkan karena konsentrasi

kitosan yang digunakan sebanyak 1% meningkatkan viskositas sediaan gel dan membentuk gumpalan yang sulit untuk dihilangkan ketika dioleskan pada sekeping kaca. Gumpalan gel diakibatkan karena Na CMC dengan kitosan inkompatibilitas, Na CMC bersifat anionik<sup>6</sup> sedangkan kitosan bersifat kationik<sup>9</sup>.

**Pengukuran pH**

Pengukuran pH sediaan gel kitosan menggunakan pH indikator *universal*. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran pH

Pengukuran pH	Formula	pH Gel Sebelum Penyimpanan	pH Gel Sesudah Penyimpanan
	F <sub>1</sub>	5	5
	F <sub>2</sub>	5	5
	F <sub>3</sub>	5	5

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Pengujian pH dilakukan untuk mengukur pH (derajat keasaman) sediaan dan untuk mengetahui apakah sediaan sudah memenuhi syarat pH yang sesuai dengan kondisi pH kulit yaitu 4-8<sup>10</sup>. Pada pengamatan pH yang dilakukan setiap minggu selama 4 minggu menghasilkan gel yang memiliki pH 5 yang tidak mengalami perubahan selama penyimpanan dapat dilihat pada tabel 5. Sediaan yang dihasilkan bersifat asam, pH yang bersifat terlalu asam dapat menyebabkan iritasi sedangkan pH yang terlalu basa menyebabkan kulit bersisik. Pengujian dilakukan

dengan menggunakan indikator pH, dimanatingkat akurasi dan perubahan yang terjadi pada sediaan tidak dapat terlihat dengan baik.

**Pengukuran Daya Sebar**

Pengukuran daya sebar dilakukan untuk mengetahui penyebaran gel pada saat digunakan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 10.



Tabel 5. Hasil Pengukuran Daya Sebar

Waktu Penyimpanan (Minggu)	Daya Sebar (cm) ± SD		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
0	3,77 ± 0,007	3,21 ± 0,09	2,52 ± 0,15
1	3,30 ± 0,20	2,80 ± 0,19	2,07 ± 0,02
2	3,02 ± 0,26	2,40 ± 0,07	2,02 ± 0,04
3	2,89 ± 0,22	2,06 ± 0,06	2,10 ± 0,04
4	2,68 ± 0,11	2,52 ± 0,06	1,86 ± 0,14
<b>Rata-rata ± SD</b>	<b>3,13 ± 0,42</b>	<b>2,59 ± 0,43</b>	<b>2,11 ± 0,24</b>

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

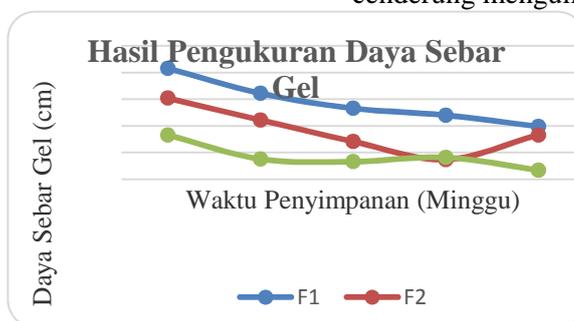
F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Parameter daya sebar gel yang baik yaitu 5-7 cm<sup>11</sup> sedangkan daya sebar gel pada ketiga formula berkisar antara 1,86-3,77 cm yang menunjukkan bahwa ketiga formula tidak memenuhi persyaratan. Lama penyimpanan mempengaruhi daya sebar gel, semakin lama penyimpanan maka daya sebar gel semakin kecil, daya sebar gel yang kecil dikarenakan kandungan air dalam sediaan menguap sehingga sediaan menjadi semakin keras.

Daya sebar gel yang kecil juga disebabkan karena adanya peningkatan konsentrasi *gelling agent* yaitu Na CMC pada formula F1, F2, dan F3. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya sebar gel adalah jumlah dan kekuatan matriks gel. Semakin banyak dan kuat matriks gel maka daya sebar gel akan berkurang. Dalam sistem gel yang bertanggung jawab terhadap terbentuknya matriks gel adalah *gelling agent*. Dengan demikian konsentrasi *gelling agent* akan menambah dan memperkuat matriks gel<sup>12</sup>. Oleh karena itu faktor dominan yang menentukan respon daya sebar adalah Na CMC.

Daya sebar gel dari kitosan tidak memenuhi persyaratan disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti viskositas dan karakteristik basis gel yang digunakan. Sediaan yang memiliki viskositas rendah (lebih encer) menghasilkan diameter penyebaran yang lebih besar karena lebih mudah mengalir. Gel dari kitosan memiliki konsistensi yang kental sehingga lebih sulit mengalir. Pada dispersi polimer turunan selulosa, molekul polimer masuk ke dalam rongga (*cavities*) yang dibentuk oleh molekul air menyebabkan terjadinya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (-OH) dari polimer dengan molekul air. Ikatan hidrogen ini yang berperan dalam hidrasi pada proses *swelling* dari suatu polimer. Struktur monomer Na CMC memiliki gugus hidroksil yang banyak sehingga memiliki ikatan hidrogen yang banyak pula dan menyebabkan gel Na CMC menjadi lebih kental. Na CMC memiliki gaya kohesi yang besar karena interaksi antar molekul sejenis lebih besar. Gaya kohesi antar molekul basis gel yang besar menyebabkan sediaan cenderung mengumpul dan sulit menyebar<sup>13</sup>



Gambar 1. Grafik Daya Sebar Gel

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

**Pengukuran Viskositas**

Viskositas adalah suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, makin tinggi viskositas maka makin besar tahanannya begitupun sebaliknya. Pengujian viskositas

bertujuan untuk menentukan nilai kekentalan suatu zat. Semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin tinggi tingkat kekentalan zat tersebut<sup>14</sup>. Hasil pengukuran viskositas dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 11.

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Viskositas

Waktu Penyimpanan (Minggu)	Viskositas (cP)		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
0	25.033	47.516	-
1	27.599	57.483	-
2	40.633	93.216	-
3	33.566	117.616	-
4	39.216	96.166	-
<b>Rata-Rata</b>	33.209	82.399	-

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

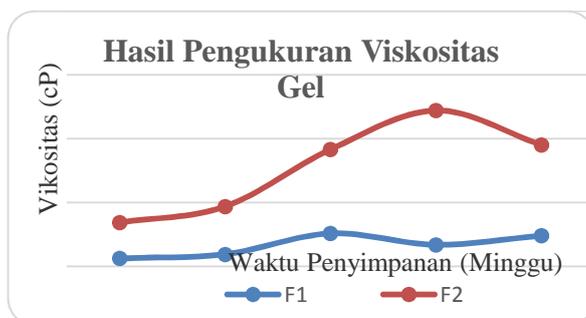
F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Pengukuran viskositas sediaan gel yang telah diformulasi menggunakan *Portable Rotary Viscometer* Model : VP1020 dengan spindel yang cocok yaitu spindel no. R7 dan kecepatan 20 rpm, dari hasil pengamatan dan pengukuran viskositas sebelum penyimpanan memiliki nilai yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 6. Pada minggu ke-0 ketiga formula yaitu formula F<sub>1</sub> memiliki viskositas 25.033 cP, formula F<sub>2</sub> memiliki viskositas 47.516 cP dan formula F<sub>3</sub> memiliki viskositas terlalu kental sehingga tidak terbaca pada spindel R7 yang memiliki range untuk membaca viskositas hingga 200.000cP. Setelah 4 minggu penyimpanan rata-rata viskositas gel pada formula F<sub>1</sub> adalah 33.209, formula F<sub>2</sub> sebesar 82.399 cP sedangkan pada formula F<sub>3</sub> selama 4 minggu penyimpanan masih tidak terbaca nilai viskositasnya. Nilai viskositas

sediaan gel yang baik yaitu 2.000-4.000 cP<sup>11</sup>. Dari data yang diperoleh diatas bahwa viskositas sediaan gel tidak memenuhi persyaratan gel yang baik.

Viskositas gel dipengaruhi oleh konsentrasi dari *gelling agent*. Peningkatan jumlah *gelling agent* dapat memperkuat matriks gel sehingga menyebabkan kenaikan viskositas<sup>12</sup>. Dalam formula F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> dan F<sub>3</sub> memiliki viskositas yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi Na CMC yang digunakan maka semakin besar pula viskositas yang diperoleh. Dalam formula sediaan gel, Na CMC dominan dalam menentukan respon viskositas gel. Nilai pH juga mempengaruhi besarnya viskositas yang dihasilkan, viskositas maksimum Na CMC yaitu pada pH 7-9<sup>5</sup> pH sediaan yang dihasilkan 5 dan tidak berada pada rentang pH maksimum Na CMC.



**Gambar 2.** Grafik Viskositas Gel

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

### Pengujian Konsistensi

Pengujian gel dengan uji mekanik bertujuan untuk mengetahui kestabilan gel setelah pengocokan yang sangat kuat.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Konsistensi

Formula	Konsistensi
F <sub>1</sub>	Tidak terjadi pemisahan fase
F <sub>2</sub>	Tidak terjadi pemisahan fase
F <sub>3</sub>	Tidak terjadi pemisahan fase

Keterangan :

F<sub>1</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 3%

F<sub>2</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 4,5%

F<sub>3</sub> : Formula dengan konsentrasi basis Na CMC 6%

Pengujian konsistensi dilakukan menggunakan *centrifugal test* yaitu sampel gel disentrifugasi pada kecepatan 3800 rpm selama 5 jam kemudian diamati perubahan fisiknya, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 7. Sediaan

gel yang telah disentrifugasi setiap minggu selama 4 minggu penyimpanan tidak terjadi pemisahan fase sehingga sediaan gel yang dihasilkan tetap stabil dan tidak terpengaruh gaya gravitasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Toharisman, A. 2007. *Peluang Pemanfaatan Enzim Kitinase Di Industri Gula*. Pusat Penelitian Perkebunan Gula.
- Liu, N., Chen, X.G., Park, H.J., Liu, C.G., Liu, C.S., Meng, X.H., and Yu, L.J., 2006, *Effect of MW and Concentration of Chitosan on Antibacterial Activity of Escherichia Coli*, *Carbohydr. Polym.*
- Sarjono, P.R., Mulyani, N.S., dan Wulandari, N. 2008. Uji Antibakteri Kitosan Dari Kulit Udang Windu (*Panaeus monodon*) Dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Proceeding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. UNS-UNDIP-UNNES.
- Anwar, E. 2012. *Eksipien dalam Sediaan Farmasi Karakterisasi dan Aplikasi*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Rowe, R.C., Sheskey, P. J., Owen, S. C. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Exipients 5<sup>th</sup> Edition*. London: American Pharmaceutical Association.
- Deviwings. 2008. *CMC*. <http://www.deviwings.blogspot.com/2008/03/cmc.html>. Diakses pada 20 Mei 2014.
- Fisher, A. And Joseph, F. 2008. *Contact Dermatitis Sixth Edition*. Ontario: BC Dekker.
- Loden, M. 2009. *Hydrating Substances*. In *Handbook of Cosmetics Science and Technology*. 3rd Edition. New York : Informa Healthcare USA.
- Rahayu L.H. dan Purnavita (2007). Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Untuk adsorben ion logam merkuri. *Reaktor*, 11 (1), 45-49.
- Aulton, M. 1988. *Pharmaceutics: The Science of Dosage Form Design*. London: Curcill Livingstone, Edirberd.
- Garg, A., D. Aggarwal, S. Garg, and A. K. Sigla. 2002. Spreading on Semisolid Formulation : An Update. *Pharmaceutical Tecnology*.
- Zatz, J, L., and Kushla, G. P. 1996. Gels In H. A. Lieberman, M. M. Rieger & G.S. Banker (Ed.). *Pharmaceutical dosage forms: Disperse system*. (2nd ed.) Vol. 2. New York: Marcel Dekker.
- Erawati, T., Rosita, N., Hendropresetyo, W., Juwita, W. 2005. Pengaruh Jenis Basis Gel dan Penambahan NaCl (0.5% b/b) terhadap Intensitas Echo Gelombang Ultrasonik Sediaan Gel Untuk Pemeriksaan USG (*Acoustic Coupling Agent*). *Majalah Farmasi Airlangga* 5 (2).
- Martin, A., J. Swarbrick, dan A. Cammarata. 1993. *Farmasi Fisik: Dasar-dasar Farmasi Fisik dalam Ilmu Farmasetik*. Edisi Ketiga. Penerjemah : Yoshita. Jakarta: UI-Press.