

KARAKTERISTIK PASTA TEPUNG GEMBI, PATI SAGU DAN KARAGENAN SERTA POTENSINYA SEBAGAI BIHUN

Pasting Properties of Lesser Yam Flour, Sago Starch and Carrageenan and Its Potential for Vermicelli

Mashita Romadhoni^{1*}, Harijono¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145
Penulis Korespondensi, Email: shitacimin@yahoo.com

ABSTRAK

Umbi gembili dan pati sagu merupakan potensi lokal yang ketersediaannya melimpah namun pemanfaatannya masih terbatas. Berdasarkan beberapa penelitian, umbi gembili dan sagu memiliki amilosa tinggi yang potensial untuk dikembangkan, salah satunya mie bihun. Karagenan sebagai hidrokolid dapat memodifikasi reologi dari bahan pangan tersebut. Hidrokolid diketahui memiliki kemampuan dalam mempengaruhi karakteristik gelatinisasi pati, meningkatkan viskositas, menghambat sineresis, mengontrol mobilitas air (kadar dan aktivitas) dan meningkatkan kestabilan pasta pati terhadap panas dan gaya gesekan. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu, penambahan konsentrasi karagenan pada campuran tepung gembili : pati sagu (80:20) dan STPP 0.3% (b/b). Karagenan yang ditambahkan terdapat 7 level (0; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1) % (b/b). Campuran tepung gembili : pati sagu (80:20) dan STPP 0.3% (b/b) dengan penambahan karagenan 1% (b/b) menghasilkan karakteristik yang paling menyerupai pasta tepung beras.

Kata kunci: Bihun, Gembili, Karagenan, Karakteristik Pasta , Sagu

ABSTRACT

Lesser yam and sago starch are local potential that has abundant numbers but has limited usage. Based on few researches, lesser yam and sago have high amylose that potential to develop, one of the kinds is vermicelli. Carrageenan as a hydrocolloid modified the rheology from these raw materials. Hydrocolloid is known for its ability to influence the characteristic in gelatinization, increase viscosity, inhibit sineresis, control water mobility and increase starch paste stability to heat and shear. This research used Completely Randomized Design (CRD) with one factor, addition of carrageenan concentration in the mixture of lesser yam flour : sago starch (80 : 20) and STPP 0.3% (w / w) which consists of 7 levels (0%; 0.5 %; 0.6%; 0.7%; 0.8%; 0.9% and 1%). The results addition of 1% carrageenan has pasting properties that comes closest to the rice flour pasting properties.

Keywords : Lesser yam, Sago, Pasting Properties, Carrageenan, Vermicelli

PENDAHULUAN

Pangan pokok di Indonesia adalah beras yang diketahui saat ini ketersediaannya terbatas dan menggantungkan pada pangan impor. Pangan pokok sumber karbohidrat yang bersifat lokal banyak ditemukan pada beberapa daerah di Indonesia. Kondisi yang demikian itu sangat potensial untuk usaha penelitian dan pengembangan diversifikasi pangan berbasis pangan pokok lokal. Umbi gembili merupakan umbi lokal yang ketersediaannya

melimpah namun pemanfaatannya masih terbatas. Menurut penelitian, umbi gembili memiliki kandungan amilosa yang cukup tinggi yaitu 23.6% [1].

Bihun merupakan salah satu bentuk diversifikasi pangan yang berbasis beras sebagai bahan pangan alternatif di samping mie terutama bagi penderita *gluten intolerance*, karena memiliki rasa yang netral dan bebas gluten. Bahan baku pembuatan bihun harus memiliki karakteristik pati tertentu. Pati untuk bahan baku bihun yaitu memiliki ukuran granula kecil, kandungan amilosa tinggi, derajat pembengkakan dan kelarutan terbatas serta tidak mengalami penurunan viskositas selama proses pemanasan dan pengadukan [2].

Penggunaan tepung gembili diduga menghasilkan adonan bihun yang kurang baik. Adanya penggunaan tepung campuran dan bahan tambahan pangan (BTP) dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki karakteristik pati gembili. Pati sagu dipilih sebagai substitusi karena memiliki kandungan amilosa yang cukup tinggi yaitu 34.15% [3], meskipun demikian pati sagu kurang stabil terhadap panas. Kandungan amilosa yang tinggi memiliki penampakan *opaque* seperti halnya pati beras dan pati jagung [4] sehingga sagu membantu pembentukan warna putih pada adonan. Selain itu, pati sagu dalam penelitian ini digunakan sebagai *binder* adonan bihun yang berfungsi sebagai perekat sehingga dapat membentuk adonan dengan baik.

Adanya penambahan bahan lain seperti STPP berfungsi sebagai pengental dan pengikat air dalam adonan. Penggunaan STPP dan guar gum menghasilkan bihun instan terbaik dilihat dari segi kelengketan, warna, kekerasan dan kekenyalannya [5]. Dalam penelitian ini digunakan karagenan sebagai hidrokoloid. Karagenan berfungsi memodifikasi reologi dan mempengaruhi viskositas karena kemampuan mengikat air meningkat serta meningkatkan ketahanan granula terhadap panas dan gaya gesekan [6].

Pemanfaatan tepung gembili sebagai bahan baku pembuatan mie bihun perlu diketahui karakteristiknya untuk mengetahui kemungkinan/potensi penggunaannya sebagai bahan baku mie bihun. Begitu pula karagenan yang perlu diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap karakteristik pasta. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan konsentrasi karagenan pada karakteristik pasta tepung gembili dan pati sagu sebagai bahan baku mie bihun. Sehingga, nantinya karakteristik pasta tersebut dapat dijadikan dasar pengembangan produksi bihun gembili.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Umbi gembili (*Dioscore esculenta* L.) diperoleh dari daerah Kandangan Kota Kediri dengan diameter \pm 3 cm, panjang \pm 13 cm, berat \pm 150 g, dan umur \pm 9-10 bulan. Pati sagu merk Primarasa diperoleh dari toko Primarasa Malang. Akuades, karagenan komersial, STTP, kertas saring, eter, Alkohol 10% dan 95%, etanol 95%, NaOH 45%, H₂SO₄, K₂SO₄ 10%, HCL 25% diperoleh dari toko Makmur Sejati Malang

Alat

Alat yang digunakan selama penelitian ini adalah erlenmeyer 250 ml, erlenmeyer 100 ml, gelas ukur 100 ml, pipet tetes, pipet ukur 1 ml, pipet ukur 10 ml, gelas beaker 500 ml, gelas beaker 250 ml, tabung reaksi, *thermometer*, spatula, cawan petri, talenan, pisau, baskom, loyang, plastik, *blender*, ayakan 80 *mesh*, pengukus, kompor gas, pengering kabinet, timbangan analitik (Mettler denver AA 200), desikator, viskometer (Elcometer RV 2300), *vortex*, sentrifuse dingin (Hermler Z 300 K), spektrofotometer (RD 20 Plus), kompor listrik, oven listrik (Mettler), *tensile strength*, *oilbath*, *waterbath*, lemari asam dan plat pemanas

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu penambahan karagenan (b/b total tepung) ke dalam campuran tepung gembili dan pati sagu (80 : 20) dan STPP 0.3% (b/b total tepung) yang terdiri dari 7 level serta dilakukan

pengulangan sebanyak 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 21 satuan percobaan dengan kombinasi perlakuan sebagai berikut : campuran tepung gembili: sagu (80 : 20) dan STPP dinotasikan sebagai (P) dan konsentrasi karagenin dinotasikan sebagai (K).

- PK1 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0 % karagenin
- PK2 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0.5% karagenin
- PK3 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0.6% karagenin
- PK4 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0.7% karagenin
- PK5 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0.8% karagenin
- PK6 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 0.9% karagenin
- PK7 = tepung gembili : sagu (80 : 20) + STPP 0.3% + 1% karagenin

Tahapan Penelitian

1. Pembuatan Tepung Gembili

Umbi gembili dicuci hingga bersih, dikupas kulitnya dan diiris-iris dengan ketebalan 1-2 mm. Irisan tersebut direndam dalam larutan Na-metabisufit (1000 ppm/liter air), abu merang (1 kg gembili, 10 gram abu merang, air 1L) dan garam 50 gram/1L air selama 6 jam. Proses sulfitasi ditujukan untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan. Dibilas dengan air. Kemudian direndam dengan larutan Na-metabisufit (1000 ppm/liter air) lagi selama 6 jam dan dibilas air. Dikeringkan menggunakan pengering kabinet dengan suhu 60°C selama 6 - 7 jam. Setelah kering, dilakukan penepungan dengan cara diblender. Lalu diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga didapatkan tepung gembili.

2. Penentuan Pemilihan Formulasi Proporsi Tepung Gembili dan Pati Sagu

Pada tahap ini dilakukan pemilihan Proporsi tepung gembili dan pati sagu yang digunakan didasarkan pada sifat fungsional dari kedua jenis bahan tersebut. Penentuan tingkat substitusi pati sagu didasarkan pada ketentuan bahwa tepung gembili tetap menjadi komponen utama yang dominan dan stabilitasnya lebih tinggi dari sagu. Pada proporsi 100 : 0 dan 90 : 10 adonan sedikit liat dan bihun yang dihasilkan mudah putus bila dibandingkan dengan proporsi (80 : 20). Penentuan proporsi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa adonan mudah dibentuk (mudah keluar dari cetakan sederhana), bihun kukus tidak lengket, bihun yang dihasilkan tidak mudah putus serta memberikan warna yang mendekati warna bihun komersil. Proporsi tepung gembili dan pati sagu yang digunakan juga didasarkan pada sifat fungsional dari kedua jenis bahan tersebut. Pati dari tepung gembili memiliki sifat yang lebih stabil terhadap proses pemanasan dan pengadukan daripada pati sagu.

3. Penentuan Konsentrasi Karagenin dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Pasta Campuran Tepung Gembili dan Pati Sagu

Kajian pengaruh hidrokoloid terhadap bahan baku bihun gembili dilakukan dengan melakukan analisis terhadap karakteristik pasta campuran tepung gembili dan pati sagu. Hidrokoloid yang digunakan adalah karagenin komersial dengan konsentrasi penambahan pada penelitian ini sebesar 0%, 0.5%; 0.6%; 0.7%; 0.8%; 0.9%; 1% dari total adonan. Konsentrasi tersebut dicampurkan pada campuran bahan baku (tepung gembili, pati sagu dan STPP) dan dianalisis. Analisis meliputi viskositas panas (90°C), viskositas holding (95°C dipertahankan 15 menit), viskositas dingin (50°C) [7], *swelling power* dan kelarutan [8].

Prosedur Analisis

Pengukuran viskositas dilakukan dengan cara, STPP 0.3% (b/b dari total tepung yang digunakan) ditambahkan % karagenin sesuai perlakuan (b/b dari total tepung yang digunakan) kemudian ditambahkan 200 ml aquades dan ditambahkan campuran tepung gembili : pati sagu (80 : 20) sampai total sampel sebanyak 20 gram sehingga terbentuk suspensi sampel 10% (b/v) [7]. Pengukuran *swelling power* dan kelarutan dilakukan dengan

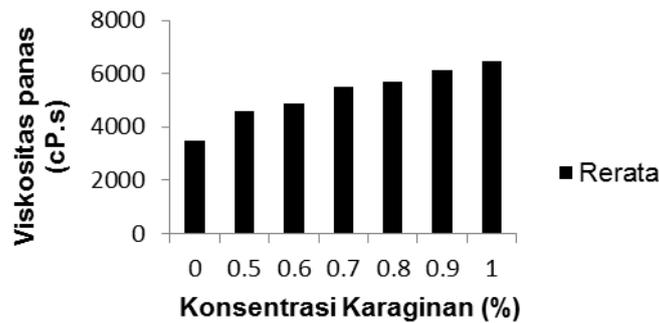
cara, STPP 0.3% (b/b dari total tepung yang digunakan) ditambahkan % karagenan sesuai perlakuan (b/b dari total tepung yang digunakan) kemudian ditambahkan 50 ml aquades dan ditambah campuran tepung gembili : pati sagu (80 : 20) sampai total sampel sebanyak 5 gram sehingga terbentuk suspensi sampel 10% (b/v). Campuran bahan dihomogenkan perlahan-lahan kemudian diambil 10 ml dan dimasukkan dalam tabung sentrifuse [8].

Data hasil pengamatan dianalisis dengan ANOVA menggunakan program Microsoft Excel. Apabila dari hasil uji terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan DMRT dengan taraf 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Viskositas Pasta Panas

Viskositas pasta panas merupakan indeks kemudahan pemasakan dan merefleksikan kelemahan granula dalam mengembang. Proses pengukuran viskositas panas dilakukan pada suhu 90°C . Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata viskositas panas pati akibat penambahan konsentrasi karagenan pada campuran tepung uwi dan pati sagu (80 : 20) berkisar antara 4569 c.Ps – 6450 c.Ps. Kecenderungan perubahan sifat viskositas panas akibat penambahan konsentrasi karagenan dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini

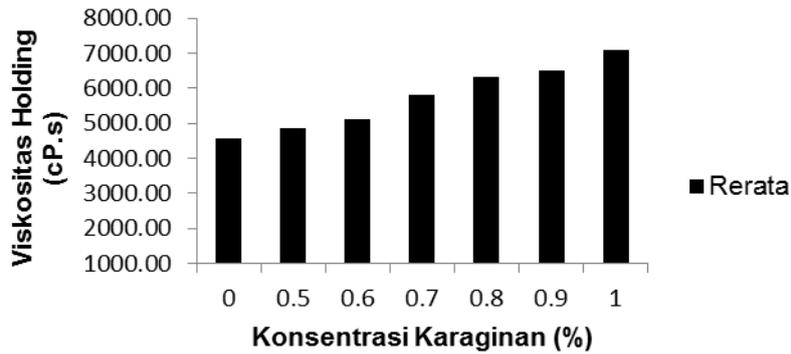


Gambar 1. Perubahan Viskositas Pasta Panas Akibat Penambahan Konsentrasi Karagenan

Rerata viskositas panas bahan baku bihun cenderung meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi karagenan yang ditambahkan (Gambar 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenan berpengaruh nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap viskositas panas dari bahan baku bihun.

2. Viskositas *Holding*

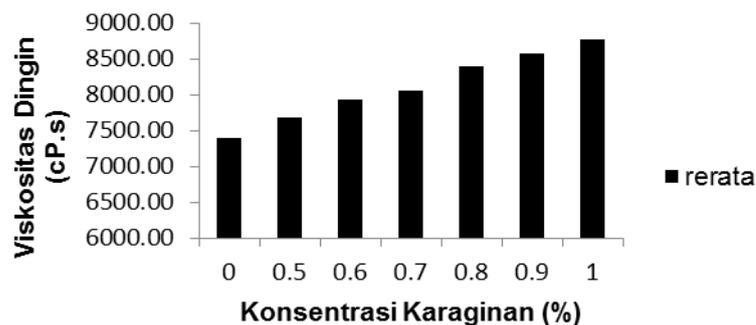
Pengukuran viskositas ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan pati terhadap perlakuan panas dan gaya mekanis. Viskositas *holding* pasta campuran akibat penambahan karagenan yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 4843.33 c.Ps – 7086.67 c.Ps. Kecenderungan perubahan sifat viskositas *holding* akibat penambahan konsentrasi karagenan dapat dilihat pada Gambar 2. Penambahan konsentrasi karagenan dapat menaikkan kestabilan pati terhadap panas berlanjut dan gesekan selama pemasakan yang ditandai dengan meningkatnya nilai viskositas *holding*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenan berpengaruh nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap viskositas *holding* dari bahan baku bihun.



Gambar 2. Perubahan Viskositas Pasta *Holding* Akibat Penambahan Konsentrasi Karagenin

3. Viskositas Dingin

Viskositas pasta dingin adalah viskositas setelah pendinginan pada 50°C [9]. Kecenderungan retrogradasi dapat dilihat dari viskositas pasta dingin. Parameter yang dipakai untuk menentukan kualitas produk berbasis pati adalah viskositas pasta dingin yang menunjukkan kemampuan pati atau tepung untuk membentuk gel setelah pemasakan. Viskositas dingin pasta campuran akibat penambahan karagenin yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 7689.33 c.Ps – 8763.33 c.Ps. Kecenderungan perubahan sifat viskositas dingin akibat penambahan konsentrasi karagenin dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini



Gambar 3. Perubahan Viskositas Pasta Dingin Akibat Penambahan Konsentrasi Karagenin

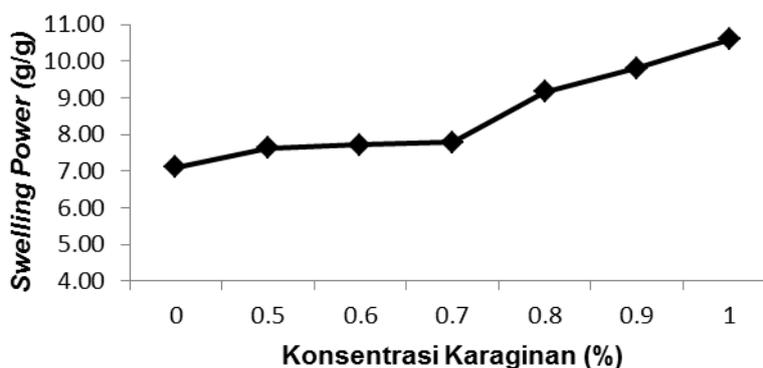
Penambahan konsentrasi karagenin dapat meningkatkan kecepatan retrogradasi dari campuran bahan baku bihun, hal ini dapat dilihat dari semakin tingginya nilai viskositas dingin dari tiap perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenin berpengaruh nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap viskositas dingin dari campuran bahan baku bihun.

Pola yang sama tersebut yaitu, semakin meningkatnya masing-masing parameter viskositas dengan adanya perlakuan penambahan konsentrasi karagenin yang juga semakin meningkat. Selama proses gelatinisasi, granula pati mengalami pembengkakan yang dapat mengurangi volume air bebas dalam fase diskontinyu. Berkurangnya volume air bebas ini akan berdampak pada meningkatnya konsentrasi dari hidrokoloid, karena air bebas yang terdapat dalam suspensi (sistem pati-hidrokoloid) banyak terserap dalam granula pati, sehingga viskositas dari campuran pati dan hidrokoloid menjadi meningkat ketika mengalami pemanasan atau gelatinisasi [10][6]. Selain itu meningkatnya viskositas pasta dari kombinasi pati-hidrokoloid diduga terjadi karena adanya interaksi antara molekul-molekul hidrokoloid dan amilosa serta molekul-molekul amilopektin dengan berat molekul rendah yang terlarut selama gelatinisasi pati [11]. Meningkatnya viskositas panas, *holding*, dan dingin akibat

penambahan hidrokoloid terjadi dalam dua tahap selama gelatinisasi. Pada mulanya kenaikan viskositas pasta dihubungkan dengan tahap awal dari pembengkakan granula pati hanya oleh air. Selanjutnya viskositas bertambah naik yang dikarenakan adanya interaksi dari hidrokoloid dengan komponen yang keluar dari granula pati dan pembengkakan granula pati itu sendiri [12].

4. Swelling Power (Pembengkakan Granula)

Swelling power dilakukan untuk mengetahui kemampuan pati untuk mengembang. Pemanasan yang terus berlangsung akan menyebabkan granula pati pecah sehingga air yang terdapat dalam granula pati dan molekul pati yang larut air dengan mudah keluar dan masuk ke dalam sistem larutan [13]. *Swelling power* pasta campuran akibat penambahan konsentrasi karagenin yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 7.637 (g/g) – 10.6 (g/g). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi karagenin memberikan pengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap *swelling power*. Kecenderungan perubahan *swelling power* akibat penambahan konsentrasi karagenin dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Perubahan *Swelling power* Akibat Penambahan Konsentrasi Karagenin

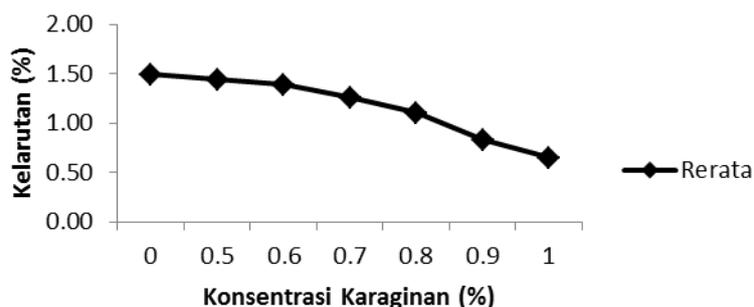
Meningkatnya *swelling power* ini diduga karena hidrokoloid dapat memerangkap dengan erat granula-granula pati yang tergelatinisasi dan memungkinkan meningkatnya gaya dari granula pati tersebut untuk mendorong penyerapan air sehingga pembengkakan pati dari granula menjadi meningkat [8]. Terjadinya gaya tolak menolak antara grup ester sulfat yang bermuatan negatif disepanjang rantai polimer menyebabkan molekul menjadi kaku dan tarik menarik kencang. Hal ini menyebabkan molekul bersifat hidrofilik atau dapat mengikat air.

5. Solubility (Kelarutan)

Kelarutan ini dihitung setelah pati dipanaskan pada suhu 80 ± 5 °C selama 30 menit dan disentrifuse. Endapan akan dihitung sebagai *swelling power* dan sisanya dihitung sebagai kelarutan. Kelarutan pasta campuran akibat penambahan konsentrasi karagenin yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 0.647% – 1.437%. Dari hasil analisis ragam penambahan konsentrasi karagenin terhadap bahan baku tepung memberikan pengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap kelarutan. Perlakuan penambahan karagenin, dan semakin meningkat seiring dengan ditamhkannya karagenin. Kecenderungan perubahan kelarutan akibat penambahan konsentrasi karagenin dapat dilihat pada Gambar 5.

Fenomena penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer membentuk suatu jala tiga dimensi bersambungan. Selanjutnya jala ini menangkap atau mengimobilisasikan air di dalamnya dan membentuk struktur yang kuat dan kaku. Ketika suhu diturunkan, maka polimer karagenin akan membentuk struktur *double helix* (pilinan ganda) dan menghasilkan titik-titik pertemuan (*junction points*) dari rantai polimer. Melalui

pernyataan tersebut, kelarutan yang menurun berdasarkan hasil analisis diduga dikarenakan jaringan gel 3 dimensi yang terbentuk, sehingga dapat menghambat sineresis. Selaras dengan hasil analisis pada peningkatan *swelling power* sebelumnya, maka kelarutan akan semakin menurun. Meningkatnya *swelling power* ini diduga karena hidrokoloid dapat memerangkap dengan erat granula-granula pati yang tergelatinisasi dan memungkinkan meningkatnya gaya dari granula pati tersebut, sehingga air tidak mudah pula untuk keluar. Terdapat hubungan antara *swelling power* dan kelarutan [14]. Penambahan konsentrasi karagenan yang semakin besar menyebabkan kemampuan karagenan dalam mengontrol mobilitas air dan menghambat sineresis juga semakin besar.



Gambar 5. Perubahan Kelarutan Akibat Penambahan Konsentrasi Karagenan

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenan pada campuran bahan baku memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0.05$) pada parameter viskositas panas, *holding*, dingin, *swelling power* dan kelarutan. Campuran tepung gembili dan pati sagu (80 : 20) (b/b), STPP 0.3% (b/b) dan karagenan 1% (b/b) berpotensi sebagai bahan baku bihun karena karakteristiknya yang menyerupai tepung beras. Perlakuan dengan penambahan karagenan 1% memberikan nilai viskositas panas sebesar 6450 c.Ps, viskositas *holding* sebesar 7086.67 c.Ps, viskositas dingin sebesar 8763.33 c.Ps, *swelling power* sebesar 10.60 (g/g) dan kelarutan sebesar 0.647 %.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Richana, N dan Sunarti, T.C. 2004. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili. *Jurnal Pascapanen* 1(1) 2004: 29-37
- 2) Lii, C. Y. and Chang, S. M. 1981. Characterization of Red Bean Starch and Its Noodle Quality. Dalam Kim, Y.S., D.P. Wiesenborn, J.H. Lorenzen, dan P. Berglund. Suitability of Edible Bean and Potato Starches for Starch Noodles. *Cereal Chem.*, 73(3):302-308
- 3) Purwani, E.Y., Widaningrum, R. Thahirand Muslich. 2006. Effect of Heat Moisture of Sago Starch on its Noodle Quality. *Indonesian Journal of Agricultural Science.*,7(1): 8-14
- 4) Wattanachant, S., S.K.S. Muhammad, D.M. Hasyim, R.A. Rahman. 2002. Suitability of Sago Starch as a Base for Dual-Modification. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2002 24(3) : 431-438
- 5) Ramadhan K. 2009. Aplikasi Pati Sagu Termodifikasi Heat Moisture Treatment Untuk Pembuatan Bihun Instan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor
- 6) Leite, T.S., Nicoleti J.F., Penna A.L.B., Franco C.M.L., 2012. Effect of Addition of Different Hydrocolloids on Pasting, Thermal, and Rheological Properties Of Cassava Starch. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 32(3): 579-587

- 7) Yuwono, S.S. dan T. Susanto. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. UB. Malang
- 8) Mandala, I.G., & Bayas, E. 2003. Xanthan Effect on Swelling, Solubility and Viscosity of Wheat Starch Dispersions. *Food Hydrocolloids*, v.18, n.2, p.191-201. Dalam Budi, Y.P dan Harijono. 2014. Bihun dari Pasta Tepung Uwi dan Sagu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, v.2, n.1, p.113-120
- 9) Wireko-Manu, F.D., Ellis, W.O., Oduro, I., Asiedu, R., and B. Maziya-Dixon. 2011. Physicochemical and Pasting Characteristics of Water Yam (*D. alata*) in Comparison with Pona (*D. rotundata*) from Ghana. *European Journal of Food Research and Review* 1(3): 149-158
- 10) Babic, J., Subaric, D., Ackar, D., Pilizota, V., Kopjar, M., and Tiban, N. 2006. Effects of Pectin and Thermophysical and Rheological Properties of Tapioca Starch. *Czech Journal Food Sciences.*, 24 : 275-282
- 11) Shi, X. & Bemiller, J. N. 2002. Effects of Food Gums on Viscosities of Starch Suspensions During Pasting. *J. Carbohydrate Polymers*, v.50, n.1, p. 7 18
- 12) Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D., & Detroy, R.W. 1981. Gelatinization of Wheat Starch as Modified by Xanthan gum, Guar gum, and Cellulose Gum. *Cereal Chemistry*, 58, 513 – 517
- 13) Baah, D.F. 2009. Characterization of Water Yam (*Dioscorea alata*) for Existing and Potensial Food Products. Faculty of Biosciences Kwame Nkrumah University. Nigeria
- 14) Viturawong Y, Achayuthakan P, Suphantharika M. 2008. Gelatinization and Rheological Properties of Rice Starch/Xanthan Mixtures: Effects of Molecular Weight of Xanthan and Different Salts. Dalam Agustin, S. 2010. Kajian pengaruh Hidrokolid dan CaCl₂ Terhadap Profil Gelatinisasi Bahan Baku serta Aplikasinya pada Bihun Sukun. Skripsi. IPB. Bandung.