



DISKUSI UMUM

Karakteristik umum dari suatu hidrokoloid adalah dapat mengentalkan atau meningkatkan kekentalan terukur suatu larutan, namun ada sebagian kecil yang dapat membentuk gel. Gelasi merupakan suatu fenomena penggabungan atau pengikatan rantai-rantai polimer membentuk jalinan tiga dimensi yang dapat menangkai air di dalamnya, sehingga membentuk struktur yang kompak dan tegar relatif terhadap aliran dibawah tekanan.

Kualitas gel sangat bervariasi tergantung dari jenis hidrokoloid yang digunakan, namun secara umum kekakuan, kekuatan dan nilai sineresis merupakan parameter umum dari kualitas gel. Pada konsentrasi yang sama, semakin tinggi nilai kekakuan dan kekuatan gel biasanya diikuti oleh nilai sineresis yang semakin rendah, gel tersebut dikatakan semakin baik. Berdasarkan parameter tersebut, karakteristik gel yang baik diperoleh dari larutan campuran yang berisi pektin benetoksi rendah (LMP) 2,5% (b/v) masing-masing dengan KPG, F5 dan F3 pada konsentrasi 1.5 % (b/v) dalam 1000 ml.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat-sifat dasar dari komponen pembentuk gel (KPG) cincau hijau dan memprediksi kemungkinan penerapan komponen tersebut dalam bidang pangan. Kronologis dari percobaan terdiri dari beberapa tahap yaitu isolasi, fraksinasi dan karakterisasi sifat reologi larutan KPG, F5 dan F3. Sifat fisisiko-kimia hasil percobaan disarikan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat diamati bahwa hasil peremasan dengan cara tradisional menghasilkan KPG berkisar antara 0.89–1.89 g dari 50 g daun cincau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber atau dengan cara lain.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau puji-pujian.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta dilindungi undang-undang
IPB Institut Pertanian Bogor
Bogor Agricultural University



Fraksinasi dengan membran ultrafiltrasi dengan menggunakan membran pada

MWCO 1.000.000 Da ($5 \mu\text{m}$), membran MWCO 300.000 Da ($3 \mu\text{m}$), membran MWCO 10.000 pada larutan KPG 0.25% b/v, menunjukkan bahwa KPG merupakan senyawa yang mempunyai berat molekul besar yang terdiri atas 3 fraksi, yaitu fraksi F5 (52%) dengan BM 1.000.000-2.000.000 Da, F3 (36%) dengan BM 300.000-500.000 Da dan fraksi F 0.6 (0.8%) yang mempunyai BM 10.000-100.000 Da, demikian fraksinasi sudah dapat mewakili sebagian besar KPG yang difraksinasi.

Implikasi dari variasi BM fraksi akan menghasilkan kekentalan terukur larutan yang berbeda, dimana fraksi dengan BM besar akan menghasilkan larutan dengan kekentalan terukur lebih tinggi dari fraksi BM lebih rendah. Pada konsentrasi yang sama, kekentalan terukur F5 dengan BM 1.000.000-2.000.000 Da lebih tinggi dari fraksi komersial BM 300.000-500.000 Da, namun lebih rendah dari gom xantan dengan BM 10.000.000-20.000.000 Da. Disamping BM, kekentalan terukur larutan KPG dan fraksinya juga dipengaruhi oleh jenis gula penyusunnya.

Sebagai suatu senyawa yang mempunyai berat molekul besar, KPG, F5, F3 tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa, namun luas area asam galakturonat dari F3 lebih besar dari kedua sampel yang lain. Hasil analisis HPLC menunjukkan bahwa KPG dan fraksinya tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa. Dari analisisnya, asam galakturonat lebih banyak dari galaktosa sehingga kemungkinan rantai utama polimer tersebut didominasi oleh asam galakturonat, dengan selingan galaktosa sebagai rantai samping.

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan artikel atau tinjauan ilmiah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 4. Karakteristik fisiko-kimia KPG, F5 dan F3

No	KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA	KPG	FRAKSI F 5	FRAKSI F 3	Gom xantan	Alginat	LMP
1	Fraksi berdasarkan ultrafiltrasi 100 ml larutan KPG b/v pada membran dg porositas berbeda	0.25 g	0.13 g	0.09 g	x	x	x
2	Bobot molekul (BM) dari fraksi dan hidrokoloid	campuran	1.000.000-2.000.000 Da	300.000-500.000Da	10.000-20.000.00 Da*	300.000-500.000 Da •	x
3	berat (mg) Galakturonat . Galaktosa per 0.5 g sampel	12 : 7	33 : 10	35 : 9	x	x	100 : 0
4	Kekentalan terukur masing-masing larutan 1.5% b/v, pada laju 400 1/s	0.145 Pa.s	0.216 Pa.s	0.260 Pa.s	0.421 Pa.s	0.089 Pa.s	0.089 Pa.s
5	Stabilitas kekekentalan terukur 9 ml larutan 1.5% b/v terhadap pemanasan suhu dari 40°C sampai 90°C, pada laju geser 400 1/s	- 64.28 %	- 76.19 %	- 66.567 %	x	x	x
6	Stabilitas kekekentalan terukur 9 ml larutan 1.5% b/v terhadap penambahan 4 mmol CaCl ₂ , diukur pada laju geser 400 1/s	+ 35.83 %	+ 79.16 %	+ 94.47 %	x	x	x
7	Stabilitas kekekentalan terukur 9 ml larutan 1.5% b/v terhadap perubahan pH dari 4.0 menjadi 8.0, diukur pada laju geser 400 1/s	- 73.37 %	- 50.64 %	- 40.35 %	x	x	x
8	Stabilitas kekekentalan terukur 9 ml larutan 1.5% b/v terhadap penyimpanan beku selama 1 bulan, diukur pada laju geser 400 1/s setelah thawing yaitu suhu larutan telah mencapai 25°C.	+ 35.83 %	+ 27.27 %	+ 33.33 %	x	x	x
9	Pengaruh peningkatan konsentrasi KPG, F5, F3 dari 0.5 % menjadi 2.5% b/v thd kekentalan terukur larutan tersebut, diukur pada laju 400 1/s	0.312 Pa.s	0.685 Pa.s	0.369 Pa.s	x	x	x
10	Kekakuan gel campuran KPG-LMP, F5-LMP, F3-LMP pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml *	2.91 g/cm ²	10.00 g/cm ²	7.72 g/cm ²	x	x	x
	Kekakuan gel campuran KPG-alg, F5-alg, F3-alg pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml *	0.90 g/cm ²	2.88 g/cm ²	1.37 g/cm ²	x	x	x
11	Kekakuan gel campuran KPG-LMP, F5-LMP, F3-LMP pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml *	29.50 g/cm	338.50 g/cm	77.50 g/cm	x	x	x
	Kekakuan gel campuran KPG-alg, F5-alg, F3-alg pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml *	20.78 g/cm	28.75 g/cm	27.40 g/cm	x	x	x
12	Peresesis gel campuran KPG-LMP, F5-LMP, F3-LMP pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml **	-77.21 %	-94.95 %	-77.21 %	x	x	x
	Peresesis gel campuran KPG-alg, F5-alg, F3-alg pada rasio 1.5 g : 2.5 g dengan volume akhir 100 ml **	+8.89 %	-6.20 %	-35.89 %	x	x	x

* Pengukuran dilakukan setelah penyimpanan 25 jam, ** Pengukuran dilakukan setelah penyimpanan 15 jam dan 25 jam, (+) menunjukkan kenaikan, (-) menunjukkan penurunan.

x = tidak diukur tercantum di dalam labelemasannya

1. Diharapkan mengutip sebagai acuan
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya tulis di dalam bentuk opium
 2. Dilarang mengurnai dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini tanpa izin dari penerbit.

ITS University



Dibandingkan dengan senyawa pektin yang telah dikenal seperti pektin labu yang tersusun oleh silosa, fruktosa, glukosa, asam galakturonat dan gliserol (Hana, 1993) atau pada buah ceri matang yang tersusun oleh asam galakturonat, fruktosa, arabinosa, ramnosa, silosa dan glukosa (Battisse dkk., 1994), maka KPG dan F3 cinau hijau tergolong substansi unik karena tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa saja namun berat molekulnya (BM) relatif besar serta dapat membentuk gel tanpa penambahan gula, gelasi terjadi pada suhu rendah, gel yang dihasilkan bersifat tegar. Sedangkan kedua pektin yang disebutkan diatas hanya dapat membentuk gel apabila ada penambahan gula, pemanasan, pendinginan dan pengaturannya diantara 2.8-3.5 serta gel yang dihasilkan mengembang dan rapuh.

Pengujian sifat reologi larutan KPG dan fraksi pada konsentrasi 0.5-2.5% (b/v), menunjukkan bahwa larutan tersebut mengikuti model Herschel-Burkley dan dari seks perilaku alirannya dapat diketahui bahwa larutan tersebut bersifat plastis semu, yang berarti larutan tersebut mudah mengalir selama pencampuran atau dipindahkan ke tempat lain dengan laju geser tertentu, walaupun terlihat diperlukan gaya geser awal berupa *yield value*.

Diamati dari sensitivitasnya terhadap CaCl_2 , maka penambahan 0.4 mmol CaCl_2 pada 100 ml larutan KPG, F5 dan F3 masing-masing pada konsentrasi 1.5% b/v telah mampu meningkatkan kekentalan terukur larutan KPG 1.5% b/v sebanyak 8.83 %, pada F5 1.5 % b/v sebanyak 79.16 % dan 94.47 % pada F3 1.5 % b/v dibandingkan dengan tanpa penambahan CaCl_2 . Sifat sensitif terhadap ion tersebut paling tinggi pada F3, yang mengindikasikan bahwa pada penambahan 0.4 mmol CaCl_2 pada 100 ml larutan tersebut sudah mampu menghasilkan konformasi stabil

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Diarangi menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau buku dan sebagainya.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.



1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan atau untuk masalah lain.
3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
4. Dilarang mengurnahkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

larutan F3, sementara pada F5 dan KPG belum menghasilkan kekentalan terukur stabil. Sensitivitas terhadap CaCl_2 merupakan keunggulan komparatif KPG hijau karena dalam penerapannya hampir semua bahan pangan mengandung Ca^{2+} , sehingga sifat sensitif terhadap ion Ca^{2+} juga dapat dipergunakan untuk prediksi kemungkinan penggunaan dari KPG dalam industri pangan diantaranya jam rendah kalori dan gel produk susu seperti yogurt dan puding.

Berdasarkan sensitivitas terhadap pH, kekentalan terukur larutan 1.5% b/v F5 dan F3 relatif stabil pada pH 4.0, hal ini diduga karena pada pH rendah bagian besar gugus karboksil molekul KPG, F5 dan F3 masing-masing telah mengalami interaksi dengan gugus karboksil KPG, F5 dan F3 yang lain melalui pembentukan jembatan Ca^{2+} , sehingga kekentalan terukur larutan menjadi lebih tinggi pada pH rendah, kemudian kekentalan terukurnya senantiasa mengalami penurunan apabila pH larutan tersebut dinaikkan kearah basa.

Penurunan kekentalan terukur, akibat perubahan pH kearah basa disebabkan oleh karena gugus karboksilat yang terprotonasi akan dikonversi kembali menjadi gugus karboksilat, sehingga gaya tolak menolak elektrostatis dari gugus karboksilat antar molekul hidrokoloid akan meningkat secara drastis dan akan menyebabkan interaksi antar rantai molekul KPG mengalami penurunan, serta berdampak pada terjadinya penurunan kekentalan terukur larutan tersebut.

Kekentalan terukur KPG, F5, F3 relatif stabil pada pH rendah, dengan demikian kemungkinan KPG, F5, F3 dapat dipergunakan sebagai pengental produk yang mempunyai pH rendah seperti *salad dressing*, saus *barbecue*, saus untuk daging atau ikan kaleng yang diproses pada pH rendah.



Penyimpanan pada suhu beku selama 1 bulan dapat meningkatkan kekentalan terukur larutan KPG, F5 dan F3 pada konsentrasi 1.5% b/v. Peningkatan kekentalan terukur larutan F5 lebih rendah dibandingkan F3, diduga karena *freeze-thawing* menyebabkan perubahan fisik air bebas menjadi kristal es dimana jumlahnya lebih sedikit pada larutan F5 dibandingkan kedua sampel lainnya. Dea (1979) menyatakan bahwa pada saat pembekuan, air bebas didacrah zone ikatan akan mengalami perubahan fisik membentuk kristal es, sehingga konsentrasi KPG akan meningkat secara progresif pada bagian larutan yang tidak membeku. Setelah *thawing* energi kinetiknya belum mampu melawan fenomena tersebut sehingga kekentalan terukur larutan tersebut menjadi lebih tinggi.

Pada larutan KPG, F5 dan F3 masing-masing pada konsentrasi 1.5%b/v, *freeze-thawing* terlihat jelas sampai tiga minggu masa penyimpanan, kemudian pada minggu keempat hampir tidak terjadi kenaikan kekentalan terukur, karena pada minggu keempat tidak ada lagi air yang dapat dibekukan. Peningkatan kekentalan terukur selama penyimpanan beku dapat dipergunakan untuk meningkatkan kekentalan produk yang diperlakukan pada suhu beku, seperti es krim maupun untuk memperkecil retensi air pada produk yang disimpan pada suhu beku.

Kekentalan terukur larutan KPG, F5 dan F3 masih bersifat reservibel selama pemanasan sampai 90°C, hal ini memberi peluang yang baik pada KPG cincau hijau untuk dipergunakan sebagai pengental pada produk pangan yang mengalami proses termal seperti saus ikan dalam kaleng, karena sampai suhu 90°C kekentalan terukur larutan tersebut pada konsentrasi 1.5% justru mengalami penurunan. Pada kondisi tersebut penetrasi panas kedalam bahan tersebut dapat berlangsung secara baik dan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
Bogor Agricultural University



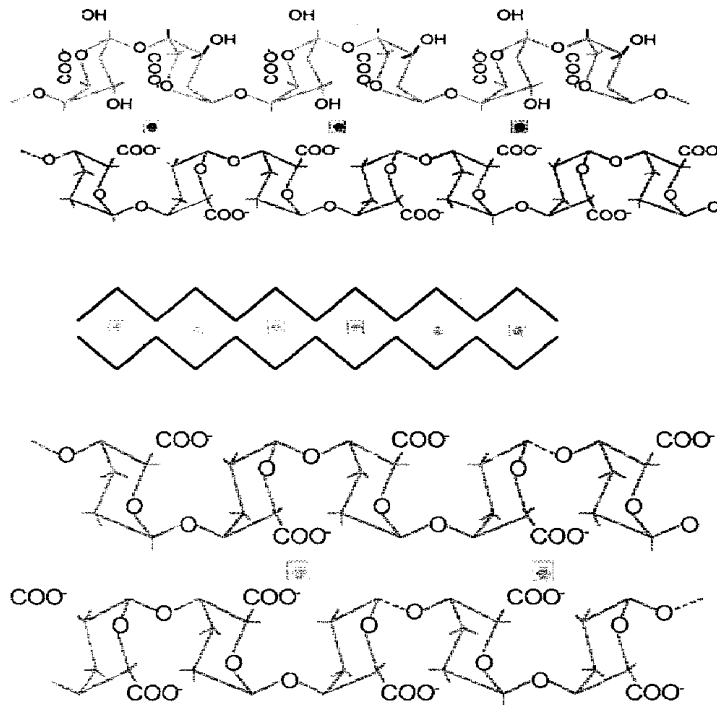
1. Di larang mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa izin penulis ini, tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Pengutipannya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan atau tujuan yang bersifat non komersial.
3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
4. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

telah didinginkan kekentalan terukurnya dapat kembali seperti semula. Oleh karena itu, KPG, F5 dan F3 cincau berpeluang untuk dipergunakan sebagai pengental pada produk yang mengalami proses termal seperti sebagai pengental saus.

Berdasarkan seleksi hidrokoloid komersial menunjukkan bahwa hanya pektin metoksi rendah (LMP) dan alginat yang mampu membentuk gel dengan hidrokoloid cincau hijau. Dari kekuatan gel dan kekakuan gelnya, formula F5-LMP menghasilkan gel campuran terbaik. Dengan demikian ada harapan bahwa KPG, F5 dan F3 dapat dipergunakan sebagai aditif yang dapat membentuk gel kembali. Campuran KPG-LMP ataupun KPG-alginat menghasilkan gel dengan kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah dari F5-LMP ataupun F5-alginat, hal ini dapat dipergunakan untuk menduga bahwa pada KPG yang terdiri dari beberapa fraksi (F5, F3 dan fraksi BM rendah) terjadi interaksi antagonistik.

Analisis HPLC menunjukkan bahwa KPG, F5 dan F3 tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa, sehingga kemungkinan interaksi KPG-LMP, F5-LMP, F3-LMP, KPG-alginat, F5-alginat dan F3-alginat mengikuti model kotak telur seperti diperlihatkan pada Gambar 17. Proses pembentukan gel dari LMP telah dilaporkan mengikuti konformasi model kotak telur (Glicksman, 1979 ; Bell , 1989 ; Walter, 1991), dan analisis jenis gula KPG, F5, F3 menunjukkan bahwa senyawa tersebut tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa, sehingga dapat memperkuat dugaan bahwa interaksi antara KPG-LMP, F5-LMP dan F3-LMP akan menghasilkan konformasi model kotak telur. Model ini terjadi karena hubungan gula dimulai dari bagian aksial pada ikatan $\alpha(1-4)$ -O-glikosidik gula berkarbon enam yang mengikuti konformasi C1 dan IC, khususnya pada asam guluronat dan asam galakturonat.

Konformasi gel alginat telah dilaporkan oleh Grant dkk (1973) dan Oakenfull (1984) mengikuti model kotak telur, sementara model KPG dan fraksinya juga diduga mengikuti model yang sama, namun penggabungan kedua model tersebut menghasilkan gel yang kurang kompak, dengan nilai sineresis yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan perbedaan struktur diantara KPG dengan alginat.



Gambar 17 Kemungkinan model konformasi gel campuran KPG-alginat (A), KPG-LMP (B) yang sama-sama mengikuti model kotak telur.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

A

B



Diamati dari rasio asam galakturonat : galaktosa yaitu pada KPG (12:7), pada (33:10) dan pada F3 (35:9) maka diduga asam galakturonat berfungsi sebagai utama, sedangkan galaktosa mungkin sebagai rantai samping, sehingga kemungkinan interaksi KPG, F5 dan F3 dengan LMP terjadi pada bagian asam galakturonatnya. Pada gel campuran KPG-alginat, bagian asam galakturonat KPG, F5 akan berinteraksi dengan asam guluronat dari alginat sehingga menghasilkan yang lebih lemah yang tergantung dari rasio G-blok dan M-bloknya. Semakin banyak G-blok maka kemungkinan gel campuran yang dihasilkan akan semakin tegas.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.