



SOLASI, FRAKSINASI DAN KARAKTERISASI KOMPONEN PEMBENTUK GEL DARI DAUN TANAMAN CINCAU (*Cyclea barbata* L. Miers)

Isolation, Fractionation and Characterization of Gel Forming Components Obtained from Leaves of *Cyclea barbata* L. Miers Plant

ABSTRACT

Isolation of the gel forming components (GFC) from *Cyclea barbata* L. Miers was carried out by extraction using 0.028 M EDTA solution, pH 2.5, at 90°C for 10 min. The yield of GFC after freeze-drying was 0.89-1.89 g from 50 g *Cyclea barbata* L. Miers leaves. Fractionation of 0.25 % GFC solution using ultrafiltration showed that fraction F5 containing GFC with MW of 1,000,000-2,000,000 Da had the highest yield (52%), followed by fraction F3 with MW of 300,000-500,000 Da (24%) and fraction F 0.6 with MW of 100,000-10,000 Da (8%).

Acid hydrolysis of GFC was used to investigate the composition of its simple sugars. Acid hydrolysis was conducted with hydrochloric acid, and then the hydrolysates were analyzed for their sugar composition using HPLC with Aminex 87H ion exchange column. The results showed that GFC and its fractions composed of the same simple sugars, i. e. galacturonic acid and galactose.

Keyword : Gel forming components (GFC), Acid hydrolysis, Galacturonic acid and Galactose.

PENDAHULUAN

Di dalam tanaman sebagian besar hidrokoloid berinteraksi dengan komponen lain pembentuk struktur jaringan (Hespell, 1998; Southgate, 1991; Maede dkk., 1994; Sark dan Zecharia, 1994). Dengan demikian, pemisahan hidrokoloid dari komponen tersebut memerlukan langkah sistematis seperti ekstraksi, filtrasi, sentrifusi, pengumpulan dan pengeringan. Keberhasilan pemisahan suatu komponen tergantung dari konsentrasi, sifat fisiko-kimia dan tingkat kemurnian yang ingin dicapai (Smith dan Montgomery, 1989; Southgate, 1991).

1. Di dalam mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
 2. Di dalam mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



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

1. Selama 15 menit, sedangkan ekstraksi hidrokoloid dari rumput laut seperti alginat, agar-agar dan furselaran dilakukan pada suhu 100°C dalam suasana basa (Glicksman, 1969; Walter 1981).

Sebagian besar hidrokoloid mempunyai distribusi berat molekul dengan rentang luas, oleh karenanya untuk mempelajari sifat-sifat dasar hidrokoloid tersebut perlu dilakukan fraksinasi (Houghton dan Raman, 1998). Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan komponen berdasarkan ukuran molekul, muatan, bentuk, polaritas maupun volatilitas. Fraksinasi dengan cara ultrafiltrasi dapat dipergunakan untuk memisahkan suatu komponen berdasarkan berat molekulnya, dan proses tersebut dilakukan pada suhu rendah (Brock, 1983; Bruneton, 1999).

Ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan selama fraksinasi, yakni pH dan konsentrasi larutan hidrokoloid yang akan difraksinasi. Pada pH rendah (2.5-2.8) pori-pori membran akan cepat tersumbat, karena gugus fungsional yang terprotonasi dapat berinteraksi dengan sisi aktif membran yang menyebabkan penyumbatan pada pori-pori membran (Macrae dkk., 1993). Efisiensi fraksinasi juga dipengaruhi oleh konsentrasi (Chen dkk., 1998), semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid yang akan dipisahkan, maka pori-pori membran akan semakin cepat tersumbat. Setyaningsih (1998) berhasil melakukan fraksinasi peptida filtrat moromi dengan ultrafiltrasi membran menjadi fraksi dengan berat molekul antara 3000 Da-10.000 Da, dan antara 100 Da-3000 Da, oleh karena itu fraksinasi larutan KPG juga dilakukan dengan memodifikasi kondisi dari metode tersebut.

Sebagian besar hidrokoloid tersusun oleh unit monomer berbeda, sehingga berpengaruh terhadap berat molekul (Glicksman, 1979; Walter, 1981) dan stuktur



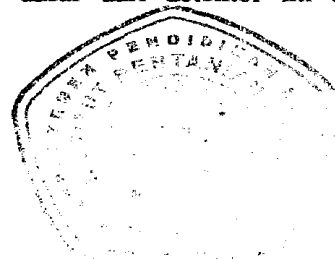
2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hidrokoloid yang dihasilkan (Morris, 1979; Pomeranz, 1991). Struktur suatu hidrokoloid tergantung dari jenis gula penyusunnya (Bell, 1989). Salah satu metode yang mungkin dilaksanakan untuk mempelajari struktur suatu hidrokoloid, adalah dengan melakukan hidrolisis komponen tersebut (Nollet, 1990).

Hidrolisis hidrokoloid untuk mendapatkan unit penyusunnya dapat dilakukan dengan enzimatis ataupun hidrolisis asam (Bellitz dan Grosh, 1999). Hidrolisis enzimatis dilakukan apabila jenis polimer hidrokoloid telah diketahui (Graham, 1979; Taylor dan Folkes, 1992). Apabila strukturnya belum diketahui maka dapat dilakukan hidrolisis asam (Southgate, 1991; Walter, 1991; Houghthon dan Raman, 1998).

Dalam reaksi hidrolisis yang seimbang, tidak semua polisakarida diubah menjadi gula sederhana (Scott, 1990), namun sebagian diubah menjadi disakarida atau oligosakarida (Nielsen, 1998). Hidrolisis asam biasanya berlangsung secara acak, dan pemutusan ikatan glikosidik tidak teratur sehingga hasilnya akan sulit diprediksi (Helmy dan El-Motagali, 1992). Apabila reaksi hidrolisis sulit dikontrol, maka akan terjadi enolisisasi yang melepaskan molekul air (Belitz dan Grosch, 1999), sehingga akan dihasilkan produk dehidrasi gula seperti; furfural, furan, furaldehid dan furanon (Feather, 1972; Souleymane dan Croyset, 1982; Weenen, 1998).

Dalam analisis gula, pemilihan metode analisis selalu dijadikan pertimbangan yang penting (Graham, 1979; Southgate, 1991; Taylor dan Folkes, 1992), karena setiap metode analisis mempunyai keterbatasan dalam hal deteksi (Nollet, 1990). Menurut Linder (1980) dan Scott (1990) deteksi gula sederhana biasanya dilakukan dengan kromatografi kinerja tinggi, dan detektor yang dipergunakan biasanya adalah detektor indeks bias (Taylor dan Folkes, 1992). Prinsip dasar dari detektor ini adalah





beda indeks bias komponen dalam larutan dengan fase gerak yang dipergunakan (Shihman dkk., 1984; Hicks dkk., 1985; Schols dkk., 1989; Macrae, 1992; Hernandez 1994; Primer, 1996).

Menurut Black dan Bagley (1978), pelarut yang banyak dipergunakan dalam analisis gula sederhana adalah campuran asetonitril : air. Perbandingan tersebut relatif bervariasi dan tergantung dari sampel yang dianalisa, seperti analisa gula kedele digunakan perbandingan 3 : 1, sedangkan pada analisis sirup jagung perbandingan yang dianggap baik adalah 62 : 38 (Taylor dan Folkes, 1992).

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mendapatkan fraksi-fraksi KPG, (2) memperkirakan berat molekul dari masing-masing fraksi dan (3) mendapatkan komponen gula penyusun KPG, F5, F3.

1. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
1. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
2. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
3. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
4. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
5. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
6. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
7. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
8. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
9. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
10. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
11. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
12. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
13. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
14. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
15. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
16. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
17. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
18. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
19. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
20. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
21. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
22. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
23. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
24. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
25. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
26. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
27. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
28. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
29. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
30. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
31. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
32. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
33. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
34. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
35. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
36. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
37. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
38. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
39. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
40. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
41. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
42. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
43. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
44. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
45. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
46. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
47. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
48. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
49. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
50. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
51. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
52. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
53. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
54. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
55. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
56. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
57. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
58. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
59. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
60. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
61. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
62. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
63. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
64. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
65. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
66. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
67. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
68. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
69. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
70. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
71. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
72. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
73. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
74. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
75. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
76. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
77. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
78. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
79. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
80. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
81. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
82. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
83. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
84. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
85. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
86. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
87. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
88. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
89. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
90. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
91. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
92. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
93. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
94. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
95. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
96. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
97. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
98. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
99. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang
100. Diarung sebagai Dilindungi Undang-Undang



BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Cincau

Daun cincau diperoleh dari Desa Renon, Denpasar-Bali, daun dipetik jam WIB waktu setempat. Pemetikan daun cincau dimulai pada daun kelima dari buku kearah pangkal, yaitu masing-masing sebanyak 10 lembar, dan dalam sekali petikan daun yang diperoleh sekitar 10 kg. Daun cincau yang dipilih adalah daun berukuran sedang, untuk dibungkus dengan pelepah batang pisang masing-masing peremasan. Kemasan tersebut dimasukkan kedalam kardus berukuran sedang untuk selanjutnya dikirim ke Bogor. Sortasi dilakukan kembali berdasarkan ukuran daun (panjang 8-9 cm, lebar 7-8 cm) untuk kemudian dikemas kembali dan disimpan dalam lemari pendingin selama 10 hari.

Bahan Cincau

Daun cincau segar ditimbang sebanyak 50 g, kemudian diremas selama 10 menit dalam 900 ml air bebas ion sampai cairan menjadi kental, kemudian disaring dengan kain kasa sambil diperas dengan tangan sehingga bagian cairannya terpisah dari bagian ampas. Sebanyak 800 ml cairan kental yang diperoleh, masing-masing ditambahkan garam mineral sesuai perlakuan sambil diaduk perlahan, yaitu 2.5 mmol $MnCl_2$ (Kurniati, 1999), 0.5 mmol $CaCl_2$ (Rahayu, 1999), 10 mmol $MgCl_2$ (Sumarti, 1999), 7.5 mmol $NaCl$ (Nasution, 1999), 2 mmol $FeSO_4$ M (Kurniawan, 1999). Setelah penambahan larutan garam mineral maka pH larutan diatur 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 dengan menambahkan larutan $NaOH$ 0.1 M dan pada saat yang bersamaan ditambahkan air bebas ion sampai 1 liter. Ekstrak dituang kedalam 11



11 cetakan paralon berukuran tinggi 1 inci, diameter 2 inci yang diberi alas plastik, kemudian disimpan pada lemari es ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam untuk selanjutnya dilakukan analisis berat dan kadar air (Apriyantono dkk,1989).

Analisis KPG

Gel yang diperoleh dari setiap kali percobaan (11 cetakan gel) dihancurkan dengan blender sambil ditambah 100 ml larutan EDTA 0.028 M, lalu dipanaskan selama 15 menit. Setelah dingin larutan tersebut disaring dengan menggunakan kain kasa. Ekstrak didinginkan dalam lemari pendingin selama 5 jam, kemudian larutan dipisahkan dari bagian yang mengendap. Bagian supernatan yang diperoleh (\pm sebanyak 800 ml) diendapkan dengan etanol 95% pada rasio volume (3:1) sehingga KPG akan menggumpal. Gumpalan KPG dipisahkan dengan penyaringan sedangkan cairan yang lolos saringan disentrifusi pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. KPG hasil sentrifusi dikumpulkan bersama KPG hasil filtrasi untuk dikeringbekukan dan dijadikan bubuk yang melewati saringan 32 mesh.

Untuk meningkatkan kemurnian KPG, dibuat larutan 10% bubuk KPG, kemudian dipanaskan 90°C selama 15 menit sambil diaduk perlahan, setelah dingin (30°C) larutan tersebut disimpan pada lemari pendingin (5°C) selama 5 jam sehingga akan memudahkan pemisahan bagian larutan hidrokoloid dengan bagian yang mengendap melalui penyaringan dengan kain kasa. Larutan hidrokoloid yang diperoleh digumpalkan kembali dengan etanol 95% pada ratio (3:1) sehingga dihasilkan KPG basah berwarna putih kecoklatan, kemudian dikeringbekukan dan dijadikan bubuk KPG lolos saringan 32 mesh. KPG yang diperoleh dihitung sbd :

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

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan sumber.

a. Pengutipannya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan artikel atau tinjauan atau masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.



Berat KPG setelah kering beku

$$\text{Persentase KPG} = \frac{\text{Berat KPG setelah kering beku}}{50 \text{ g daun cincau segar}} \times 100 \%$$

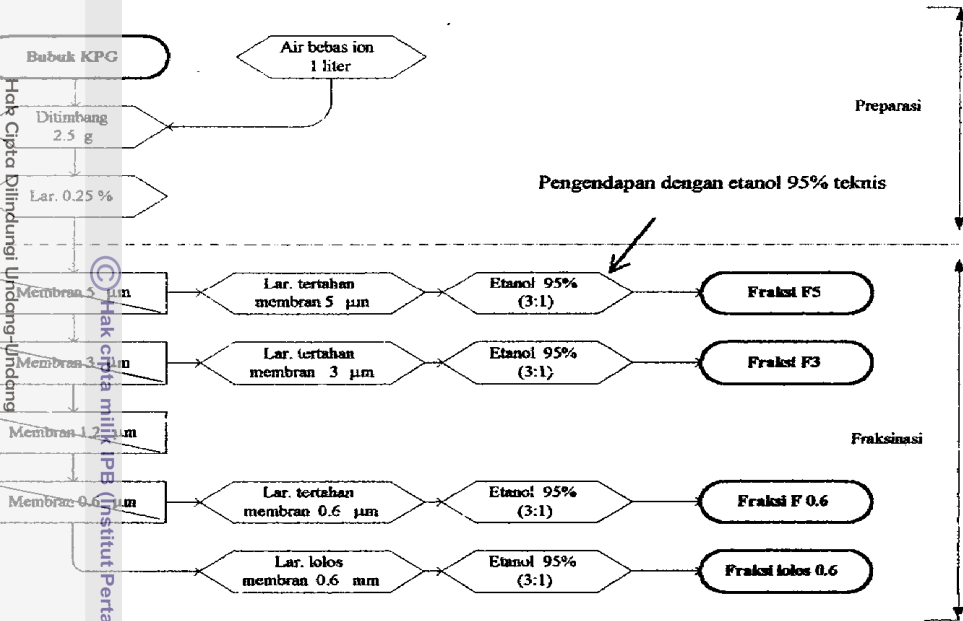
Fraksinasi KPG

Sebanyak 50 ml larutan KPG 0.25% b/v (encer) dimasukkan kedalam beaker glass, kemudian gas dialirkan pada tekanan 3 Psi, dan dikawatir dengan hot plate secara perlahan-lahan. Kemudian setelah pekat, secara bertahap ditambahkan masing-masing 20 ml sampel KPG 0.25% b/v, 10 ml KPG 0.25% b/v dan terakhir ditambahkan 20 ml larutan KPG 0.25% b/v, demikian juga dilakukan pada fraksi yang lain. Dari 100 ml larutan KPG 0.25 %b/v yang dipisahkan ternyata yang tertahan membran 5 µm (30.8 ml), yang lolos membran 5 µm difraksinasi kembali dengan membran 3 µm sehingga diperoleh fraksi tertahan 3 µm dan lolos 5 µm yang disebut fraksi F3 (13.25 ml). Selanjutnya fraksi lolos 3 µm difraksinasi dengan membran 1.2 µm, karena semua cairan lolos maka fraksinasi dilanjutkan dengan membran 0.6 µm sehingga diperoleh fraksi tertahan membran 0.6 µm atau lolos melalui membran 1.2 µm yang disebut fraksi F-0.6(11.65 ml, dan yang terakhir adalah fraksi lolos membran 0.6 µm (41.95 ml). Pengamatan selama fraksinasi meliputi volume fraksi (ml) dan berat fraksi (%) setelah kering beku. Diagram alir proses fraksinasi larutan KPG 0.25% (b/v) seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan sumber.
a. Pengutipan hanya 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilakukan 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 atau untuk keperluan lain.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Keterangan : F5 : fraksi tertahan membran 5 µm (MWCO=1.000.000), F3 : fraksi tertahan membran 3 µm (MWCO=300.000) tetapi lolos membran 5 µm, F 0.6 : fraksi lolos membran 1.2 µm (MWCO=100.000) dan tertahan membran 0.6 µm (MWCO10.000) dan L 0.6 adalah fraksi lolos membran 0.6 µm

Cambar 1. Diagram alir proses fraksinasi larutan KPG 0.25% dengan dengan membran ultrafiltrasi pada porositas berbeda.

Tentukan Waktu Hidrolisis

Untuk memperoleh kondisi optimum hidrolisis asam, terlebih dahulu ditimbang 5 g KPG, F5 dan F3, kemudian dihidrolisis dengan 5 ml HCl 3 N pada suhu 60°C dalam penangas air (*Sacker thermoline, Memmert-Germany*) selama 30, 60 sampai 300 menit dengan selang waktu 30 menit. Sebelum dihidrolisis



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

kekentalan larutan diukur dengan viskometer *Falling Ball* Gilmont size no.2 (USA). Di samping itu dilakukan kesetaraan glukosa (DE) larutan dengan metode Nelson-Lowry (AOAC, 1990). Waktu hidrolisis diprediksi dari perubahan kekentalan dan DE. Dari perpotongan kedua grafik hubungan kekentalan, DE dengan waktu hidrolisis, maka waktu hidrolisis ditetapkan sebagai acuan untuk hidrolisis KPG pada tahap selanjutnya. Optimasi waktu hidrolisis diperlihatkan pada Lampiran 1 dan 2.

Hidrolisis Gula Sederhana

Untuk menetapkan jenis gula penyusun KPG, F5 dan F3 maka ditimbang 0.5 g sampel ditambahkan 5 ml HCl 3 N, ditempatkan dalam *sacker thermoline* pada suhu 100°C selama 150 menit. Hidrolisat yang diperoleh kemudian dinetralkan dengan 5 ml NaOH dan larutan hasil netralisasi disaring dengan membran 0.42 µm untuk selanjutnya dianalisa dengan HPLC-LC 6A (Shimadzu, Jepang) dengan kondisi instrumen sebagai berikut : kolom Aminex HPX- 87H (Biorad), detektor indeks bias RI, fase gerak air bebas ion lolos saringan 42 µm, kecepatan alir 0.5 ml permenit, temperatur kolom 45 °C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan mineral yang berbeda menjelang gelasi menghasilkan respon berbeda terhadap kadar air dan berat gel, sedangkan pengaturan pH tidak berpengaruh terhadap kedua parameter tersebut, seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat diamati bahwa penambahan 2.0 mmol FeSO₄ menghasilkan gel dengan berat dan kadar air lebih tinggi dari keempat mineral yang lain. Diduga FeSO₄



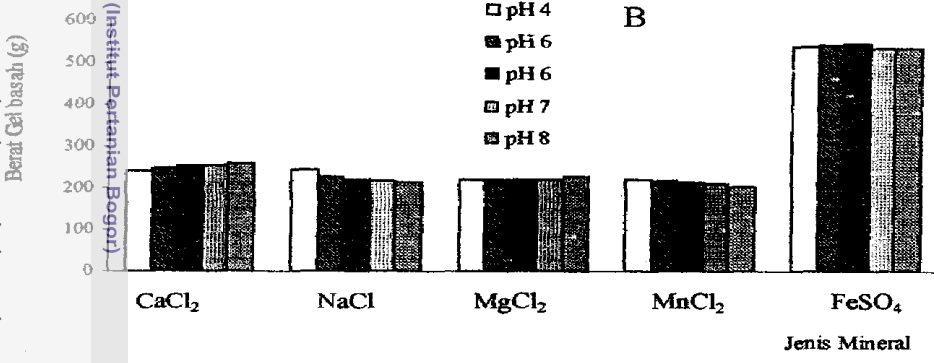
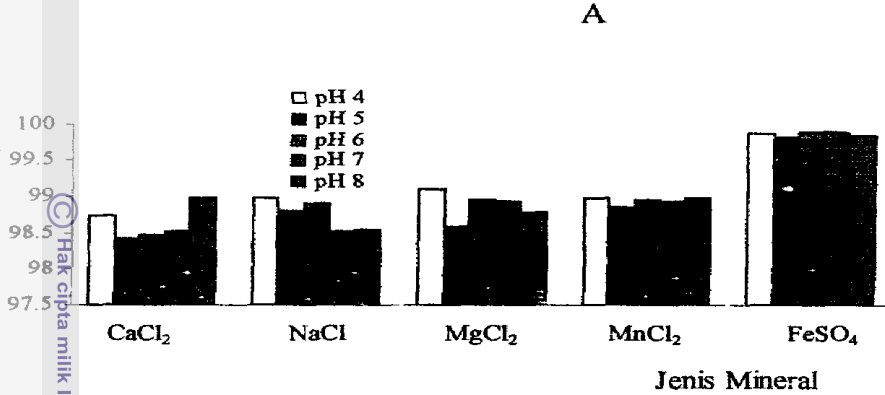
2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

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

mengalami disosiasi menjadi besi (Fe^{2+} , Fe^{3+}) dan kedua ion tersebut mampu mengkompleks 6 molekul air serta membentuk kelat $Fe(H_2O)_6^{2+}$ dan $Fe(H_2O)_6^{3+}$ bersifat stabil dan berikatan dengan gugus fungsi hidrokoloid (Cross dan Orsley, 1986; Groff dkk., 1999), sehingga gel yang dihasilkan mempunyai kadar air dan berat total gel yang dihasilkan lebih tinggi.

Penambahan $MgCl_2$, $MnCl_2$, $CaCl_2$ dan $NaCl$ menghasilkan gel dengan kadar air dan berat gel relatif lebih rendah dari $FeSO_4$. Hal ini mungkin berkaitan dengan perbedaan kemampuan masing-masing mineral dalam mengkompleks air, dimana $MgCl_2$, $MnCl_2$, $CaCl_2$ hanya mampu mengkompleks 2 molekul air. Perbedaan kemampuan mengikat air juga ditunjukkan oleh kecenderungan sineresis gel lebih besar pada perlakuan $MgCl_2$, $MnCl_2$, $CaCl_2$ dan $NaCl$ sehingga kadar air dan berat setelah 48 jam menjadi relatif lebih rendah.

Kurniati dkk (1999) melaporkan bahwa sineresis akibat penambahan 2.5 mmol $MgCl_2$, 10 mmol $MgCl_2$, 0.5 mmol $CaCl_2$, 7.5 mmol $NaCl$ dan 2 mmol $FeSO_4$ pada cincau yang dibuat dari 5 % b/v daun cincau, selama penyimpanan 48 jam berturut-turut adalah 10.12 ml, 12.03 ml, 11.45 ml, 8.58 ml dan 4.12 ml untuk setiap gel pada pH 4. Disamping itu semakin besar penambahan $MnCl_2$ dari 2.5 mmol sampai 5 mmol menjelang proses gelasi, menyebabkan peningkatan sinersis dari 10.12 ml menjadi 14.32 ml. Hal ini membuktikan bahwa penambahan $MnCl_2$ diatas 5 mmol sudah merupakan ambang kritis, sementara penambahan mineral yang lain belum menunjukkan fenomena tersebut.



Keterangan :

Gel cincau dibuat dari 50 g daun cincau dalam 900 ml air bebas ion, diremas selama 15 menit. Setelah penyaringan, masing masing 800 ml cairan yang sudah mengental ditambahkan 2.5 mmol MnCl₂, 0.5 mmol CaCl₂, 10 mmol MgCl₂, 7.5 mmol NaCl dan 2.0 mmol FeSO₄. pH cairan diatur 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 dengan menambahkan larutan NaOH 0.1 M dan air bebas ion sambil diaduk perlahan sehingga volume akhir cairan tersebut menjadi 1 liter. Cairan tersebut disimpan pada lemari pendingin ± 5°C sampai terbentuk gel. Perbedaan mmol mineral didasarkan pada ketegaran gel terbaik yang diperoleh dari masing-masing mineral tersebut yaitu mudah diiris atau disendok.

Gambar 2. Pengaruh pH dan Jenis Mineral terhadap Kadar Air (A) dan Berat Gel Cincau (B)

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 kritika atau tinjauan suatu masalah.
 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.



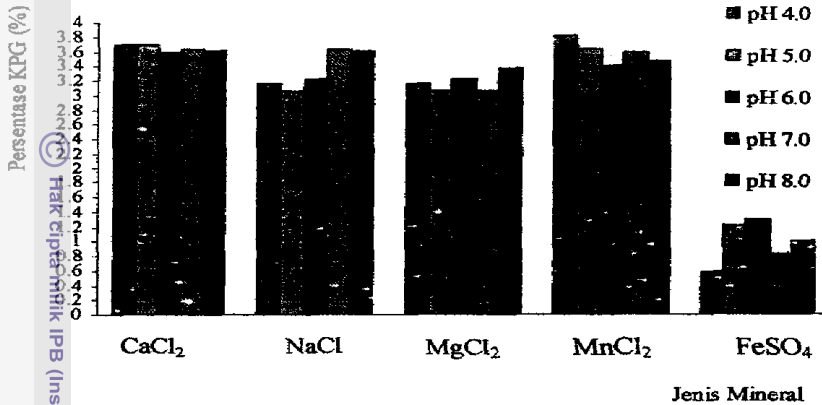
Nilai ambang penambahan mineral berbeda-beda untuk setiap gel, tergantung dari jenis dan mmol mineral yang ditambahkan. Diatas ambang kritis, ion logam yang bermuatan positif dapat mengganggu ikatan kovalen antara gugus fungsi hidrokoloid dengan ion logam (Barbut dan Foegeding, 1993), sehingga sineresis akan meningkat dan berat gel setelah penyimpanan menjadi lebih rendah.

Penelitian lain melaporkan bahwa penambahan 2 mmol CaCl_2 dapat meningkatkan ketegaran 1000 ml gel *WPI* 2% b/v (Barbut dan Foegeding, 1993), 2 mmol MgCl_2 meningkatkan ketegaran 1000 ml gel karagenan 1% b/v (Rosett dkk., 1994, Tan dkk., 1995), 1 mmol NaCl dan 1.2 mmol ZnCl_2 meningkatkan ketegaran 1000 ml gel *LMP* 1.5% b/v (Rendleman, 1986; Alexos, 1990). Penambahan MnCl_2 diatas 2.5 mmol pada 1000 ml gel *KPG* sudah merupakan ambang kritis dan nilai sineresis menjadi tinggi sehingga kadar air dan berat gel cincau setelah penyimpanan menjadi lebih rendah.

Pengaruh penambahan mineral terhadap persentase *KPG*, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat diamati bahwa persentase *KPG* yang diperoleh berkisar antara 0.89-1.89 g pada 50 g daun cincau atau sekitar 1.78%-3.78%. Penambahan 0.5 mmol CaCl_2 , 2.5 mmol MnCl_2 , 10 mmol MgCl_2 dan 7.5 mmol NaCl menghasilkan persentase *KPG* lebih besar dari penambahan 2 mmol FeSO_4 . Dengan demikian kandungan *KPG* pada daun cincau hijau tidak jauh berbeda dengan kandungan hidrokoloid pada tanaman lain yang berkisar antara 1-5% dari berat basahya (Walter, 1989). Sebagai contoh rendemen hidrokoloid yang diperoleh pada ekstraksi lathu siam pada pH 2.5 dan diendapkan dengan etanol adalah sekitar 0.53%-2.51% (Muzuni, 1996).

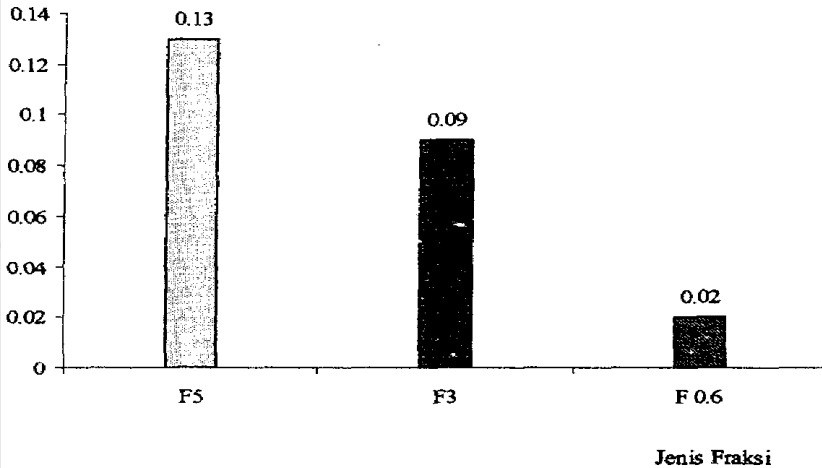
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau hiburan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Himpunan Ilmiah IPB (Institut Pertanian Bogor)
Jogor Agricultural University



Gambar 3. Pengaruh pH dan Jenis Mineral terhadap Persentase KPG (% bk).

Hasil fraksinasi 100 ml larutan KPG 0.25% (b/v) dengan membran ultrafiltrasi dalam setiap kali fraksinasi diperlihatkan pada Gambar 4. Dari Gambar 4 dapat diamati bahwa berat kering beku fraksi yang diperoleh pada pemisahan 100 ml larutan 0.25 % b/v adalah fraksi F-5 dengan BM 1.000.000–2.000.000 Da sebanyak 2%, diikuti F3 dengan BM 300.000–500.000 Da (36%), dan F0.6 BM 10.000–100.000 Da (3%), sedangkan fraksi yang lolos membran 0.6 µm setelah pengeringan beku beratnya tidak terukur karena mungkin yang lolos membran tersebut adalah air dan senyawa BM rendah. Dari persentase fraksinasi dapat diamati bahwa F5 dan F3 berpotensi untuk dipelajari lebih lanjut sifat fisiko-kimianya.



Keterangan : F5 fraksi tertahan membran 5 μm (MWC0 = 1.000.000 Da), F3 : fraksi tertahan membran 3 μm (MWC0 = 300.000 Da) atau lolos 5 μm , F 0.6 : fraksi lolos 1.2 μm (MWC0 = 100.000 Da) atau tertahan membran 0.6 μm (MWC0 = 10.000 Da) dan L 0.6 : fraksi lolos membran 0.6 μm . Fraksinasi dilakukan terhadap 100 ml larutan KPG yang dibuat dengan melarutkan 2.5 g bubuk KPG kering beku dalam 1 l air bebas ion, dan dalam satu kali fraksinasi tidak dilakukan penambahan air.

Gambar 4. Berat kering beku fraksi (g) yang diperoleh dari fraksinasi larutan KPG 0.25% b/v dengan ultrafiltrasi membran.

Diamati dari berat molekulnya, KPG tersusun oleh fraksi-fraksi dengan berat molekul berbeda. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa secara alamiah mungkin KPG tersusun oleh hidrokoloid yang mempunyai berat molekul berbeda atau hidrokoloid BM rendah mungkin terbentuk dari hidrolisis parsial hidrokoloid BM tinggi oleh karena adanya aktifitas enzim tertentu selama proses ekstraksi, gelasi dan penyimpanan gel didalam lemari pendingin.

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 kritik atau tinjauan suatu masalah;
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



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

Enzim poligalakturonase telah diketahui memegang peranan penting terhadap perubahan tekstur produk buah dan sayur (Robertsen, 1987), terutama aktif dalam hidrolisis senyawa poligalakturonat (PG) pada kisaran pH substrat 3.5-5.5 (Linton dan Cervone, 1990), spesifik memecah poligalakturonat derajat esterifikasi rendah dengan DE <40% (Rexova-Benkova dan Markovis, 1976), memutus ikatan glikosidik dari ikatan α -D (1-4) poligalakturonat (Ali dan Brady, 1982), bersifat spesifik terhadap endo-PG atau exo-PG (Bartley, 1982) serta tidak membutuhkan ion logam dalam aktivitasnya (Kimura dkk., 1987). Pola pemutusan endo-PG sangat mempengaruhi kekentalan larutan, sementara aktivitas ekso-PG tidak nyata terhadap perubahan kekentalan (Ghazali dan Leong, 1987). Dengan demikian fraksi KPG cincau hijau dengan BM rendah mungkin merupakan hasil hidrolisis parsial dari fraksi dengan BM yang lebih besar.

Dari Gambar 4 juga dapat diamati bahwa fraksinasi dengan ultrafiltrasi langsung cukup efisien dengan rekovery KPG sekitar 96 % atau kehilangan massa dengan cara ini hanya sekitar 4% dari total berat sampel yang dilarutkan, diduga kehilangan masa terjadi karena sebagian KPG sampel menempel dibagian dinding alat dan juga tertahan pada membran sehingga dapat menyumbat pori-pori membran.

Analisis Unit Gula Komponen Pembentuk Gel (KPG)

Waktu hidrolisis yang diperoleh berdasarkan penurunan kekentalan larutan 0.5 g KPG yang dihidrolisis dengan 5 ml HCL 3N, suhu 60°C, yang diukur dengan viskosimeter bola jatuh dan kesetaraan dekstose (DE) adalah 150 menit. Waktu optimum hidrolisis adalah waktu yang dibutuhkan oleh HCl 3N untuk menghidrolisis

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

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
© Harjo Priatno, IPB (Institut Pertanian Bogor)

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

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

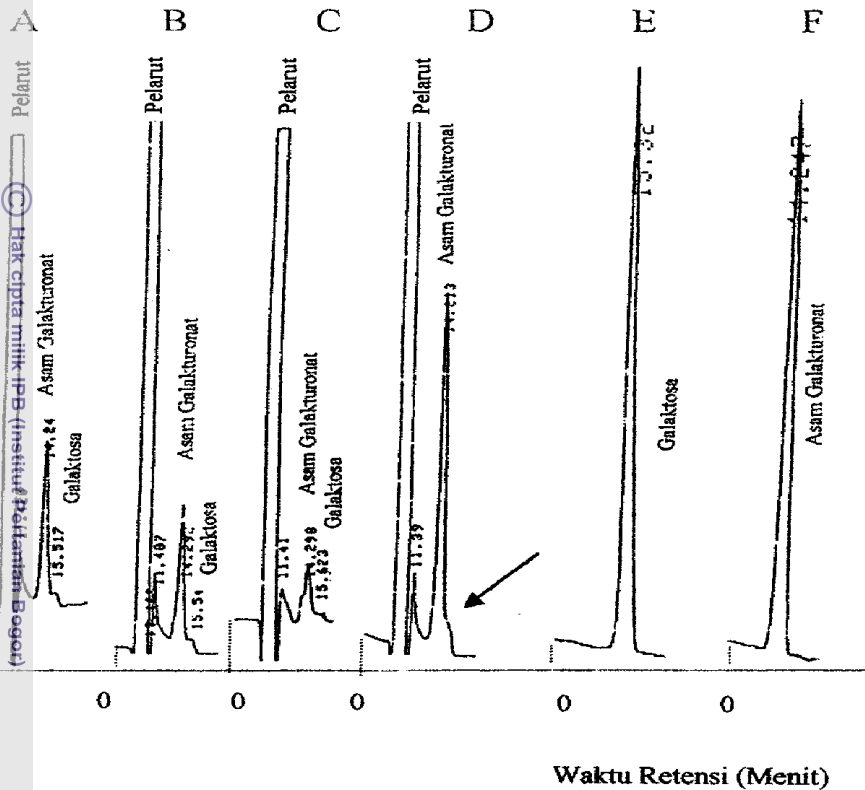
timer hidrokoloid menjadi unit-unit penyusunnya sehingga pada saat itu akan menghasilkan nilai DE tertinggi atau merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan kekentalan larutan terendah pada saat hidrolisis berlangsung, lengkapnya diperlihatkan pada Lampiran 1 dan 2.

Analisis komponen gula hidrolisat KPG, F-5 dan F3 dengan menggunakan *ion exchange* HPX-87H yaitu kolom polistiren divinyl benzene (PsDVB) dengan *Merion* (Biorad), ukuran partikel 87 mesh diperoleh informasi bahwa komponen gula hidrolisat sampel, pektin bermetoksi rendah (LMP) dan standar asam galakturonat serta galaktosa mempunyai waktu retensi yang berdekatan, diperlihatkan pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat dipelajari bahwa KPG, F5 dan F3 tersusun oleh komponen yang sama, namun berbeda dalam luas area. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu retensi komponen gula hidrolisat KPG, F5 dan F3 dekat dengan asam galakturonat yang mempunyai waktu retensi 14.05-14.13 menit dan galaktosa yang mempunyai waktu retensi sekitar 15.24-15.32 menit, dengan demikian komponen gula KPG, F5 dan F3 tersusun oleh asam galakturonat dan galaktosa.

Apabila dibandingkan kromatogram hidrolisat LMP yang mempunyai profil yang sangat mirip dengan kromatogram hidrolisat sampel (KPG, F5 dan F3), maka dapat diamati bahwa pada hidrolisat LMP terlihat puncak asam galakturonat yang jelas pada retensi 14.21 menit, namun apabila diamati setelah waktu retensi 14.21 menit, belum dapat dipastikan adanya galaktosa walaupun pola yang ditunjukkan sangat mirip dengan hidrolisat sampel KPG, F5 dan F3.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Keterangan :

- A : Hidrolisat KPG
- B : Hidrolisat F5
- C : Hidrolisat F3
- D : Hidrolisat LMP
- E : Standar Galaktosa
- F : Standar Asam Galakturonat

Gambar 5. Kromatogram komponen gula penyusun KPG, F5 dan F3 setelah hidrolisis selama 150 menit dengan HCl 3N dan selanjutnya dianalisis dengan HPLC-LC6A, kolom Aminex HPX-87H.

1. Ditjara ng mengutip sebagian atau seluruh karya tulis atau tidak 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 mengunikan dan memperbandingkan atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Diamati dari unit penyusunnya, setiap hidrokoloid bersifat unik karena disusun oleh komponen yang berbeda dalam jenis dan kuantitas. Beberapa hidrokoloid dilaporkan tersusun oleh silosa, fruktosa, glukosa, asam galakturonat dan galaktosa pada labu siam (Lusiana, 1993), asam galakturonat, galaktosa, arabinosa, manosa, silosa dan glukosa pada ceri matang (Battise dkk., 1994), guluronat, galakturonat pada alginat (Hirst dkk, 1964), manosa, glukosa, glukosa dan glukoronat pada gum xantan (Jeanes dkk., 1961). Perbedaan unit penyusun berimplikasi pada karakteristik reologi, semakin banyak jenis gula sederhana dan derajat percabangan struktur hidrokoloid maka kekentalan larutan akan semakin lemah atau ketegaran gel akan berkurang, karena percabangan pada rantai utama akan menghasilkan gel yang lebih lembek dengan nilai kekuatan yang lebih lemah.

Keuntungan hidrokoloid disamping tergantung dari komposisi, juga dipengaruhi oleh kuantitas komponen penyusunnya. Hasil kuantifikasi berdasarkan metode gravimetri dengan menggunakan persamaan garis linier standar dapat dihitung bahwa rasio asam galakturonat dan galaktosa dari 0.5 g sampel diperkirakan berturut turut adalah 12:7 pada KPG, 33: 10 pada F-5 dan 35:9 pada F3.

Berdasarkan unit penyusunnya, ternyata asam galakturonat lebih mendominasi struktur KPG, F5 dan F3, sehingga ada kemungkinan bahwa asam galakturonat menyusun rantai utama sedangkan galaktosa kemungkinan menyusun rantai sampingnya. Implikasi dari rasio asam galakturonat dan galaktosa penyusun hidrokoloid encaku hijau, yaitu sifat-sifat hidrokoloid tersebut sangat unik, dimana profilnya akan lebih banyak ditentukan oleh karakteristik asam galakturonat yang mengandung gugus karboksil.

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

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan harus dilakukan dengan cara yang benar, perizinan diperlukan hanya untuk keperluan penulisan artikel atau tinjauan satu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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



SIMPULAN

Berdasarkan kadar air dan berat gel, maka FeSO_4 merupakan garam mineral yang baik untuk menghasilkan gel cincau, namun untuk mendapatkan komponen pembentuk gel (KPG) dari gel cincau maka garam CaCl_2 memberikan persentase yang tinggi. Komponen pembentuk gel cincau merupakan senyawa polisakarida yang terdiri atas fraksi F5 dengan berat molekul (BM) 1.000.000-2.000.000 Da, fraksi F3 dengan BM 100.000-500.000 Da dan fraksi F 0.6 BM 10.000-100.000 Da, dimana F5 dan F3 memiliki kuantitas berpotensi untuk dipelajari sifat reologinya. KPG, F5 maupun F3 tersusun oleh jenis gula yang sama, yaitu asam galakturonat yang lebih tinggi jumlahnya dan galaktosa, sehingga hidrokoloid cincau hijau tergolong senyawa protein.

DAFTAR PUSTAKA

- Axos, M. A. V. 1990. Ion complexation of biopolymer : macromolecular structure and viscoelastic properties of gels. *Die Makromolekulare Chemie, Macromolecular Symposia* 39. 323 – 328.
- Ai, Z. M. dan C. J., Brady. 1982. Purification and characterization of the polygalacturonases of tomato fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* (9) 107-115.
- AOAC. 1990. *The Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemist.*
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, L., Sedarnawati dan S., Budiyo. 1989. *Analisis Pangan.* Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Barbut, S. dan E. A., Foegeding. 1993. Ca^{2+} induced gelation of preheated whey protein isolate. *J. Food Sci.* 58 (4) 867- 869.
- Bartley, I. M., Knee, M. dan M. A., Casimir. 1982. Fruit softening I: change in cell wall composition and endopoligalacturonase in ripening pears. *J. Exp. Bot.* (33) 1248-1255.



1. Ditrong 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 kritik atau tinjauan suatu masalah.
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.
- Hati-hati Cipta Dilindungi Undang-Undang
- Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
- Bogor Agricultural University
- Attise, C., Fils-Licoan, B. dan M., Buret. 1994. Pectin changes in ripening cherry fruit. *J. Food Sci.* (59).2. 389-393.
- Atz, H. D. dan W., Grosch. 1999. *Food Chemistry*. Springer-verlag Berlin Heidelberg. New York. 252-317.
- A. E. 1989. *Gel Structure and Food Biopolymer*. Reading Univ. 251-273.
- der, H. 1980. Comparison detector performance in simple sugar analysis. *Chromatogr.* 89. 414-418.
- h, G. C. dan M. G., Lindley. 1986. *Interactions of Food Components*. Elsevier Appl. Sci. Pub. London.
- ck, L. T. dan E. B., Bagley. 1978. Determination simple sugars from soyben and soybean product. *Am. J. Oil Chem. Soc.* 62. 1292-1295.
- ock, T. D., 1983. *Membrane Filtration: A user's Guide and Refence Manual*. Sci. Tech, Inc. Madison. 282-313.
- uneton, J. 1999. *Isolation and Structure Analysis in Pharmacognosy Pytochemistry Medicinal Plants Polysaccharide*. Lavoisier Pub. France. 37-38.
- en, R. W., Sims, K. S. dan L., Wicker. 1998. Pectin esterase dan pectin complexes inhibit ion exchange membran separation. *J. Agric. Food Chem.* 46 (5). 4318-4323.
- ristensen, B. E. 1989. The role of extracellular polysaccharides in biofilm. *J. Biotechnol.* (10) 181-202.
- Companion, A. D. 1991. *Ikatan Kimia*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- ross, H. L. dan L., Kearsley. 1986. *Carbohydrate-Iron Interactions*. Elsevier Appl. Sci. Pub. UK.
- weather, 1972. Routes of conversion of D-xylosa, hexuronic acids, and L-ascorbic acid to 2-furaldehyde. *J. Org. Chem.* 37 (2). 1606-1608.
- ishman, M. L., Pfeffer, P. E., Barford, R.A., dan L.W., Doner. 1984. Studies of pectin solution properties by high performance size-exclusion chromatography. *J. Agric. Food Chem.* (32) 372-378.
- hazali, H. M. dan C. K., Leong. 1987. Polygalacturonase activity in starfruit. *Food Chem.* (24) 147-157.



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

Glicksman, M. 1979. Gelling Hydrocolloids in Food Product Applications. Tarrytown, New York.

Raman, H. D. dan C. G., Horace. 1977. Analytical Methods for Major Plant Hydrocolloids. The Avi Pub. Com. Inc. West Port Connecticut. 540- 579

Raman, H. D., J. L. Gropper, S. S. dan S. M., Hunt. 1999. Advanced Nutrition and Human Metabolism. West Pub. Com. New York.

Sugandi, W. 1990. Ilmu Kimia Analitik Dasar. Gramedia, Jakarta. 234-278.

Wells, J. B. 1998. Extraction and characterization of hemicellulosa from the corn fiber produced by corn wet milling process. J. Agric. food Chem. (46) 2015-2619.

Wright, J. P. dan A., Raman. 1998. Laboratory Handbook for the Fraction of Natural Ekstracts. Chapman & Hall, New York.

Yuk, K. B., Lim, P. C. dan M. J., Haas. 1985. Analysis of uronic and aldonic acid, their lactones and related compounds by HPLC on cation exchange resins. J. Chromatogr. (319), 159-171.

Yust, E. L., Percipal, E. dan J. K., Wold. 1964. The stucture of alginic acid. *Di dalam* Glicksman, M. Gum Technology in the Food Industry. Academic Press. New York.

Yusmy, A. dan H. A. A., El-Motagali. 1992. Study of the alkali degradation of cellulosa: Change in the characteristics of cellulosa with time and temperature. J. Polym. Degr. Stab. (38). 235-239.

Yusman, J. L., Gonzalez-Castro, M. J., Vazquez-Blanco, M. E., Vazquez-Oderiz dan J., Simal-Lozano. 1994. HPLC determination of sugar and starch in green beans. J. Food Sci. 59 (5). 1048-1050.

Yusman, J. P. dan A., Raman. 1998. Laboratory Handbook for the Fraction of Natural Extracts. Chapman & Hall, New York.

Yusman, A.R., Pittsley, J. E. dan F. R., Senti. 1961. Polysaccharide B-1459: A new hydrocolloid polyelectrolyt produced from glucose by bacterial fermentation. *Di dalam* Glicksman, M. Gum Technology in the Food Industry. Academic Press. New York.

Yusman, H., Uchino, F. dan S., Mizushima. 1973. Properties of polygalacturonase produced by *Acrocylindrium*. J. Gen. Microbiol. (74) 127-137.

© Departemen IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



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

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 dimuat dalam suatu media.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
- Hermiati, I. 1999. Mempelajari Pengaruh pH, Penambahan $MnCl_2$ dan CMC terhadap Karakteristik Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers), Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Hariniawan, O. 1999. Mempelajari Pengaruh pH, Penambahan $FeSO_4$ dan Gom Xantan terhadap Karakteristik Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers), Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Hutagaol, R. A. 1993. Analisis Monosakarida dari Pektin Labu Siam. Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB, Bogor.
- Marshall, R., Robinson, R. K. dan M. J., Sadler. 1993. Encyclopedia of food science, Food Technology and Nutrition. Vol II. Academic Press, New York.
- Pratiwi, M. J., Tanenbaum, S. W. dan J. P., Nakas. 1994. Optimization of novel extracellular polysaccharide production by *Enterobacter* sp. Appl. Environ. Microbiol. 60 (4): 1367-1369.
- Reid, E. 1979. Polysaccharide structure and conformation in solutions and gels. Elsevier Res. Butterworth, London. 15 -50.
- Rizkiyuni, 1996. Fraksinasi dan Karakterisasi Pektin dari Labu Siam (*Sechium edule*, W.) Sebagai Model Teknik Fraksinasi Polimer Alam. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas MIPA-IPB, Bogor.
- Ruslita, R. I. 1999. Mempelajari Pengaruh pH, Penambahan NaCl dan Gum Arab terhadap Karakteristik Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers). Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.
- Selvens, S. S. 1998. Introduction to the chemical analysis of foods. Jones and Bartless Pub. Boston.
- Sollet, L. M. 1990. Food Analysis by HPLC. Marcell Decker, Inc. New York.
- Phatak, L., Chang, K. C. dan G., Brown. 1988. Isolation and characterization of pectin in sugar beet pulp. J. Food Sci. 53. 830-833.
- Womierz, Y. 1991. Functional Properties of Food Components. Academic Press, Inc. New York.
- Primer, A. 1996. HPLC for Food Analysis. HP Company Angelika Gratfeld-Husgen and Rainer Schoster.



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

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

1. Rahayu, S. 1999. Mempelajari Pengaruh pH, Penambahan CaCl_2 dan Alginat terhadap Karakteristik Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers), Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.

2. Helleman, J. A. 1986. Carbohydrate-mineral complexes in foods. Elsevier Appl. Sci. Pub. Illinois, USA.

3. Gova-Benkova, L. dan O., Markovic. 1976. Pectic enzymes. Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. (33). 323-345.

4. Bertsen, G. 1987. Endo-polygalacturonase from *Cladosporium cucumerinum* elicits lignification in cucumber hypocotyls. J. Physiol. Mol. Plant. Pathol. (31). 361-374.

5. Roberts, J. M. dan J. F., Thiabault. 1986. Feruloylated pectic substances from sugar-beet pulp. J. Carbohydr. Res. 154. 177-188.

6. Setti, T. S., Shirley, L., Schmidt, S. J. dan B. P., Klein. 1994. Na^+ binding as measured by ^{23}Na nuclear magnetic resonance spectroscopy influence the perception of saltiness in gum solutions. J. Food Sci. 59 (1): 204-210.

7. Nols, H. A., Reitsma, J. C. E., Voragen, A. G. J., dan W., Pilnik. 1989. High performance Ion-exchange Chromatography of Pectins. Food Hydrocoll. (3), 115-121.

8. Gott, F. 1990. HPLC Determination of carbohydrates in Food. Nutrition Research Div. Ontario, Canada. 259-287.

9. Sundran, R. R. 1985. Development in the chemistry and biochemistry of pectic and hemicellulosic polymer. J. Cell Sci. (2) 51-88.

10. Setyaningsih, D. 1998. Karakteristik Sensori dan Profil Peptida Filtrat Moromi setelah Fraksinasi dengan Ultrafiltrasi. Thesis. Fakultas Pasca Sarjana. IPB, Bogor.

11. Smith, F. dan R. Montgomery. 1989. The Chemistry of Plant Gums and Mucilages and Some Related Polysaccharides. Reinhold Pub. Corp. New York.

12. Stark, A dan M., Zecharia. 1994. Dietary Fiber in Functional Food; designed of Food, Pharmafood, Neutaceuticals. Chapman dan Hall Inc, USA.

13. Bouleyman, S. dan J., Croyzet. 1982. Formation of volatile compounds in sugar-enylalanin and ascorbic acid; Model phenylalanin during heat treatment. Food Sci. 46. 790-793.

Agribusiness and Agricultural University



1. Diarong 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 kritika atau tinjauan suatu masalah.
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.
1. Guthgate, D. A. T. 1991. Determination of carbohydrates in foods-unavailable carbohydrates. *J. Sci. Food Agric.* (20). 331-335.
2. Harti, L. 1999. Mempelajari Pengaruh pH, Penambahan $MgCl_2$ dan Metil Selulosa terhadap Karakteristik Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers), Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.
3. J., Mariva, A.T. dan Zeng, Y. 1995. Mechanical properties of gellan gels in relation to divalent cations. *J. Food Sci.* 60 (4) 748-752.
4. L. F. 1991. The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press, Inc. San Diego, California 92101.
5. Chang, K. C., Brown, G. dan D. D., Gallaher. 1988. Isolation and characterization of cellulosa from sugar beet. *J. Food Sci.* 53 (3) 826-830
6. J. D. dan F., Cervone. 1990. Endopoligalacturonase from the maize pathogen *Cochliobolus carbonum*. *Physiol. Mol. Plant Phatol.* 36. 351-359
7. H. 1998. Reactive intermediate and carbohydrate fragmentation in maillard chemistry. *J. Food Chem.* 62 (4). 393-401
8. P. A., Sandford. 1987. Commercial polysaccharides; recent trends and development. *J. Progr. Biotechnol.* (3). 311-335.