KARAKTERISASI MALTODEKSTRIN DP 3-9 SERTA KAJIAN POTENSI PENGGUNAANNYA SEBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT PADA MINUMAN OLAHRAGA

[Characterization of Maltodextrin DP 3-9 and Assesment of Its Potential Application as Carbohydrate Source in Sport Drink]

Beni Hidayat [1], Adil Basuki Ahza [2], dan Sugiyono [2]

[1] PS Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Bandar Lampung
Jln. Soekarno Hatta Rajabasa-Bandar Lampung, Telp. (0721) 703995 Fax (0721) 787309
[3] Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16002

Diterima 23 September 2002/Disetujui 22 April 2003

ABSTRACT

This research was aimed at characterization of maltodextrin DP 3-9 (produced by enzymatic hydrolysis and membrane separation process) as compared to commercial maltodextrin and glucose and assessment of its potential application as carbohydrate source in sport drink. The research showed that application of maltodextrin DP 3-9 had some advantages as compared to glucose with regard to absorption rate that was 2 times longer (60 minutes instead of 30 minutes), osmolality degree that was 5,6 times lower (178 mOsmol/kg as compared to 1000 mOsmol/kg), and relative sweetness degree that was 10 - 11 times lower (6,15-7,20 as compared to 57,00-61,00). However, thie application of maltodekstrin DP 3-9 had limitation which was shown by its viscosity characteristic that was 5,70 – 6,20% higher (1,29 cSt and 1,37 cSt as compared to 1,22 cSt and 1,29 cSt). When compared to commercial maltodextrin, maltodextrin DP 3-9 is favorable as carbohydrate source in sport drink based on its absorption rate that was more than 2 times faster (60 minutes as compared to more than 120 minutes) and storage stability at refrigeration temperature (which was more than 8 weeks, with or without sterilization; with sterilization).

Key words : Maltodextrin DP 3-9, carbohydrate source and sport drink

PENDAHULUAN

Minuman olahraga adalah jenis minuman yang khusus dirancang untuk mengatasi efek kehilangan mineral dan dehidrasi selama aktivitas berolahraga (Austin and Pierpoint, 1998), serta berfungsi sebagai sumber energi untuk mempertahankan stamina selama aktivitas (Ford, 1995). Berdasarkan perbedaan kandungan partikel terlarut/tekanan osmotiknya, minuman olahraga dibedakan menjadi tife *hypotonic, hipertonic,* dan *isotonic* (Ford, 1995).

Sesuai dengan fungsinya, komposisi utama minuman olahraga adalah karbohidrat sebagai sumber energi dan mineral-mineral untuk menggantikan mineral cairan tubuh yang ikut terbuang bersama keringat. Selain karbohidrat dan mineral, pada formulasi minuman olahraga juga dapat ditambahkan bahan-bahan lain berupa flavour, vitamin, dan nutrisi misalnya taurin, untuk memperbaiki penampilan organoleptik dan meningkatkan kandungan gizi produk, serta memperbaiki mekanisme absorpsi energi oleh tubuh (Ford, 1995). Sumber karbohidrat yang dapat digunakan adalah gula baik dalam bentuk gula sederhana (glukosa, fruktosa, atau sukrosa), atau dalam bentuk produk hasil hidrolisis pati tidak sempurna (sirup glukosa dan maltodekstrin).

Penggunaan maltodekstrin pada formulasi minuman olahraga terutama ditujukan agar pelepasan energi terjadi lebih lambat, serta untuk menurunkan derajat osmolalitas (Austin and Pierpoint, 1998), dan derajat kemanisan produk (Kearsley and Ziedzic, 1995) tanpa merubah penampilan dan karakteristik tekanan osmotik produk (Ford, 1995). Berkaitan dengan komposisi maltodekstrin yang dominan mengandung oligosakarida DP tinggi, maka dibandingkan karbohidrat dalam bentuk sederhana (misalnya glukosa), maltodekstrin akan cenderung memiliki karakteristik viskositas yang tinggi namun stabilitas, kelarutan, dan laju absorpsi yang amat rendah (Kearsley and Ziedzic, 1995). Guna mengatasi dengan keterbatasan karakteristik maltodekstrin tersebut, maka penggunaannya selama ini hanya terbatas sebagai bahan tambahan (bukan bahan utama) dan berarti harus dikombinasikan dengan sumber karbohidrat lainnya misalnya glukosa untuk menjaga karakteristik tekanan osmotik, penampilan, dan stabilitas produk. Salah satu upaya untuk menghasilkan maltodekstrin yang memiliki karakteristik ideal sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga antara lain dapat dilakukan melalui minuman olahraga antara lain dapat dilakukan melalui upaya memproduksi maltodekstrin dengan derajat polimerisasi (DP) tertentu yang dominan mengandung oligosakarida berantai sedang/moderat (Marchal et al., 1999). Hasil penelitian Hidayat (2002), menunjukkan bahwa maltodekstrin DP 3-9 dengan derajat kemurnian sebesar 89,13%, dapat diperoleh dari pati gandum melalui optimasi proses hidrolisis enzimatis yang dilanjutkan dengan proses separasi membran.

Penelitian bertujuan untuk membandingkan beberapa karakteristik utama maltodekstrin DP 3-9 dengan glukosa dan maltodekstrin komersial serta menganalisis potensi penggunaannya sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga.

METODOLOGI

Bahan

Karakterisasi maltodekstrin DP 3-9, dilakukan dengan menggunakan pembanding dua sumber karbohidrat yang umum digunakan pada minuman olahraga, yaitu maltodekstrin komersial dan glukosa. Senyawa glukosa yang digunakan sebagai pembanding adalah glukosa *PA (pro analysis)* dengan kemurnian sebesar kurang lebih 99,6 %. Komposisi sakarida maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial, disajikan pada Tabel 1.

Maltodekstrin DP 3-9, diperoleh dari pati gandum melalui proses hidrolisis enzimatis (konsentrasi pati 200 g/l, konsentrasi enzim 1207,50 unit/l, dengan lama hidrolisis 30 menit) yang dilanjutkan dengan proses separasi membran dengan kondisi operasional seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengujian stabilitas

Pengujian stabilitas, dilakukan berdasarkan pengamatan pembentukan endapan, dengan cara penyimpanan sampel (konsentrasi 10%) pada suhu refrigerasi dan suhu kamar dengan perlakuan sterilisasi dan tanpa sterilisasi. Pengamatan dilakukan pada lama penyimpanan 0, 1, 2, hingga 8 minggu.

Pengujian laju absorpsi

Pengujian laju absorpsi, dilakukan secara in vivo menggunakan tikus putih jenis *Sprague Dawley* (SD) berjenis kelamin jantan, berumur kurang lebih 2,5 bulan dengan berat badan rata-rata 200 gram. Pengujian laju absorpsi dimodifikasi berdasarkan metode Heine et a.,. (2000), dan dilakukan secara tidak langsung melalui pengamatan perubahan kadar glukosa darah tikus yang dipuasakan selama 24 jam, setelah 5, 15, 30, 60, dan 120 menit pemberian larutan.

Pemberian larutan dilakukan secara oral (metode cekok), dengan konsentrasi masing-masing sampel sebesar 5 %. Jumlah sampel yang diberikan, bervariasi tergantung pada berat badan (bb) tikus. Asumsi yang digunakan, manusia dengan berat badan 50 kg mengkonsumsi minuman olahraga sebanyak 150 ml per hari dengan kadar glukosa 10% (0,3 gram/kg bb). Sebagai contoh, untuk tikus seberat 200 g berarti jumlah yang harus diberikan sebesar 0,06 g (60 mg), sehingga jumlah larutan yang diberikan sebanyak 1,2 ml.

Tabel 1. Komposisi sakarida maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial (Hidayat, 2002)

Jenis Bahan	Komposisi sakarida (%)		
	DP 1-2	DP 3-9	DP > 9
Maltodekstrin DP 3-9	10,86	89,13	Tidak Terdeteksi
Maltodekstrin komersil	16,07	78,66	5,27

Tabel 2. Kondisi operasional proses separasi membran untuk memproduksi maltodekstrin DP 3-9 (Hidayat, 2002)

Jenis proses	Ultrafiltrasi sistem *batch* menggunakan separator membran skala laboratorium merk sartorius kapasitas 250 ml
Jenis membran	Membran ultrafiltrasi tife PLAC MWCO 1000, diameter 47 mm, merk milipore, dengan material utama *regenerated cellulose*
Driving force	Tekanan 2 atm, sumber tekanan berupa gas nitrogen
Kondisi sampel	Konsentrasi 5%, suhu 45°C
Perlakuan pendahuluan pada sampel	Sentrifius 3000 rpm selama 15 menit, dan filtrasi pendahuluan dengan filter whartman dan membran filter 0,2 mikron

Untuk membiasakan tikus dengan lingkungan laboratorium dan metode pemberian larutan, dilakukan masa adaptasi masing-masing selama 7 hari (total 14 hari adaptasi). Selama masa adaptasi di laboratorium, tikus diberikan ransum standar (AOAC, 1984) secara *ad libitum*.

Tikus yang digunakan sebagai perlakuan adalah tikus yang kondisi kesehatannya baik, ditandai berdasarkan peningkatan berat badan yang normal selama waktu adaptasi di laboratorium. Upaya untuk meminimalisasi bias hasil pengujian, juga dilakukan dengan menggunakan kadar glukosa darah tikus puasa sebagai kontrol negatif / kadar glukosa awal (0 menit) dan kadar glukosa darah tikus yang tidak dipuasakan (kondisi normal) sebagai kontrol positif.

Darah tikus diperoleh melalui pembedahan pada bagian perut setelah terlebih dahulu tikus dibius menggunakan eter. Pengambilan darah tikus pada bagian vena abdominal dilakukan dengan menggunakan jarum suntik steril dan selanjutnya darah ditampung dalam botol vakum steril yang didalamnya sudah terdapat senyawa natrium fluorida sebagai pengawet. Untuk memisahkan plasma, darah disentrifus selama 10 menit pada 2000 rpm. Pengamatan terhadap kadar glukosa darah dilakukan dengan metode spektrofotometer menggunakan kit penentuan glukosa.

Pengujian derajat osmolalitas

Pengujian derajat osmolalitas, dimodifikasi berdasarkan metode Kearsley and Dzieodzic (1995) dengan menggunakan alat pengukur titik beku (*cryoscope*). Penentuan derajat osmolalitas, dilakukan secara tidak langsung melalui penentuan berat molekul rata-rata sampel. Kalibrasi alat, dilakukan dengan menggunakan larutan glukosa pada berbagai konsentrasi yang telah diketahui nilai osmolalitasnya sebagai standar penentuan. Penentuan nilai kalibrasi glukosa dan berat molekul rata-rata maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial, dilakukan menggunakan persamaan berikut

$$\text{Penurunan titik beku } (m^{0}C) = \frac{1{,}86 \times \text{berat padatan} \times 1000}{\text{BM rata-rata} \times \text{berat pelarut (air)}}$$

keterangan

$m^{o}C$ = mili ^{o}C ($10^{-3}\,^{o}C$)

1,86 = konstanta penurunan molalitas air

Setelah berat molekul rata-rata maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersil diketahui, selanjutnya ditentukan nilai derajat osmolalitasnya dengan menggunakan basis 1 mol glukosa (180 gram).

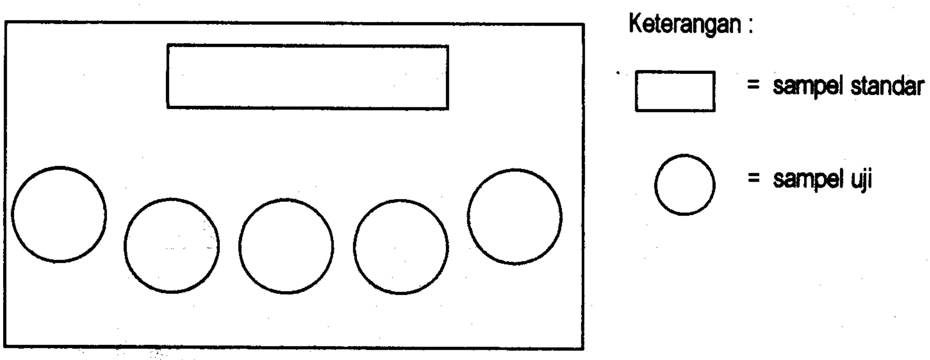
Pengujian derajat kemanisan

Pengujian derajat kemanisan dilakukan dengan metode organoleptik menggunakan uji pasangan, dan sampel disajikan dengan menggunakan uji respon tak berarah (Soekarto, 1985). Adapun susunan penyajian sampel per *booth*, dapat dilihat pada Gambar 1.

Sebagai standar pengujian, digunakan larutan sukrosa 2,00%, sedangkan konsentrasi masing-masing sampel (glukosa, maltodekstrin DP 3-9, dan maltodekstrin komersial) ditentukan berdasarkan kisaran konsentrasi nilai ambang batas terdeteksinya tingkat kemanisan masing-masing sampel oleh panelis. Konsentrasi larutan glukosa yang digunakan sebesar 3,00%; 3,25%; 3,50%; 3,75%; dan 4,00%. Pada sampel maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial, konsentrasi yang digunakan sebesar 25,00%; 27,50%; 30,00%; 32,50%; dan 35,00%.

Penetapan konsentrasi sampel uji yang dianggap memiliki tingkat kemanisan setara dengan larutan standar, didasarkan pada jumlah panelis yang memberikan respon penilaian pada tingkat konsentrasi tersebut. Konsentrasi tersebut nyata jika respon tersebut dinyatakan oleh sedikitnya 15 panelis, dan sangat nyata jika dinyatakan oleh sedikitnya 16 panelis dari total 20 panelis. Penentuan tingkat kemanisan sampel, dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Tingkat kemanisan} = \frac{\text{konsentrasi larutan sukrosa (\%)}}{\text{konsentrasi sampel uji (\%)}}$$



Gambar 1. Susunan penyajian sampel per booth pada pengujian derajat kemanisan

Pengujian viskositas

Pengujian viskositas, dimodifikasi berdasarkan metode Toledo (1991), menggunakan alat Viscometer merk Technico, tipe U Tube VHB-320-110 T. Penentuan viskositas kinematik sampel (konsentrasi 4% dan 5%), dihitung berdasarkan waktu alir rata-rata pada suhu 20°C dengan menggunakan rumus

$$V = C\,t$$

keterangan

V = viskositas larutan (centistokes/cSt = mm^2/s)

C = konstanta nilai kalibrasi alat ((mm^2/s)/s), pada alat sebesar 0,1006

t = waktu alir (s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian berdasarkan karakteristik stabilitas maltodekstrin DP 3-9

Kondisi pembentukan endapan maltodekstrin DP 3-9 selama penyimpanan, dibandingkan dengan glukosa dan maltodekstrin komersial, disajikan pada Tabel 3. Maltodekstrin hasil penelitian memiliki stabilitas penyimpanan suhu refrigerasi yang lebih baik dibandingkan maltodekstrin komersial baik pada perlakuan sterilisasi maupun tanpa sterilisasi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan sterilisasi secara umum akan meningkatkan stabilitas penyimpanan. Pada perlakuan maltodekstrin komersial, adanya proses sterilisasi akan menyebabkan meningkatnya stabilitas hingga lama penyimpanan minggu ke-4.

Stabilitas maltodekstrin DP 3-9 selama penyimpanan lebih baik dibandingkan maltodekstrin komersial. Hal ini disebabkan lebih rendahnya kandungan oligosakarida berantai panjang. Menurut Kearsley and Dziedzic (1995), semakin panjang rantai oligosakarida maka akan semakin rendah stabilitas kelarutannya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gidley and Bulpin (1987) dan Johnson and Srisuthep (1975), yang menunjukkan bahwa oligosakarida dengan DP > 7 akan memiliki stabilitas lebih rendah selama penyimpanan.

Ditinjau dari karakteristik stabilitas yang lebih mendekati stabilitas glukosa, maka maltodekstrin DP 3-9 sangat potensial digunakan sebagai alternatif baru pengganti maltodekstrin komersial untuk digunakan sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga.

Kajian berdasarkan karakteristik laju absorpsi maltodekstrin DP 3-9

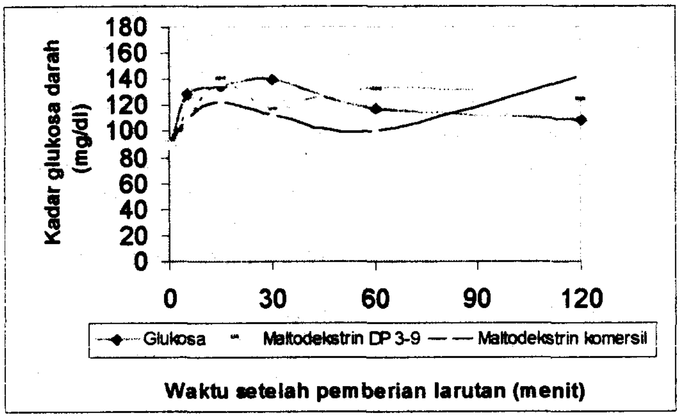
Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pola perubahan kadar glukosa darah tikus hingga lama pengamatan 120 menit antara ketiga perlakuan. Nampak sejak dari lima menit waktu pemberian larutan, telah terjadi peningkatan kadar glukosa darah pada semua perlakuan. Pada perlakuan glukosa, peningkatan tersebut akan terus terjadi hingga menit ke-30, sedangkan pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersil peningkatan tersebut hanya akan terjadi hingga menit ke-15.

Peningkatan kadar glukosa darah pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial sejak menit ke-5 waktu pemberian, karena adanya gula-gula sederhana pada kedua perlakuan (berupa glukosa dan maltosa, Tabel 1) yang bersifat relatif lebih mudah diserap oleh tubuh. Terjadinya penurunan mulai dari menit ke-15 pada kedua perlakuan, diduga karena kandungan senyawa-senyawa tersebut telah mulai menipis, dan tikus mulai mencerna karbohidrat dalam bentuk lain yang lebih kompleks (oligosakarida). Karbohidrat dalam bentuk kompleks (oligosakarida) akan tercerna oleh tubuh dalam waktu yang relatif lambat dibandingkan karbohidrat dalam bentuk sederhana (glukosa dan maltosa). Fenomena tersebut didukung oleh data pengamatan pada perlakuan glukosa, dimana kadar glukosa akan terus naik dengan proporsi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial. Adanya kecenderungan penurunan kadar glukosa darah sejak menit ke-30 pada perlakuan glukosa, menunjukkan bahwa keseluruhan larutan yang diberikan telah terserap oleh sistem metabolisme tubuh tikus percobaan.

Tabel 3. Kondisi pembentukan endapan maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan dengan glukosa dan maltodekstrin komersial selama penyimpanan.

Jenis larutan/ Perlakuan penyimpanan	Suhu kamar (29-30°C)		Suhu refrigerasi (4°C)	
	Tanpa sterilisasi	Sterilisasi	Tanpa sterilisasi	sterilisasi
Glukosa 10%	ttc	ttc	ttc	ttc
Maltodekstrin DP 3-9	ttc	ttc	ttc	ttc
Maltodekstrin komersial	ttc	ttc	endapan minggu 1	endapan minggu 4

keterangan ttc : tidak terjadi endapan hingga minggu ke 8



Gambar 2. Pola perubahan kadar glukosa darah tikus Sprague Dawley jantan berumur 2,5 bulan, sebagai respon terhadap pemberian larutan maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan dengan glukosa dan maltodekstrin komersial (dosis pemberian larutan 0,3 g /kg berat badan, lama puasa 24 jam)

Pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9 dan perlakuan maltodekstrin komersial setelah adanya kecenderungan penurunan, maka terjadi fenomena peningkatan kembali kadar glukosa darah, walaupun terdapat perbedaan pola kecenderungan peningkatan antara kedua perlakuan. Pada perlakuan maltodekstrin komersial peningkatan kadar glukosa darah baru akan terjadi pada menit ke 60 dan terus menunjukkan kecenderungan peningkatan hingga menit ke-120, sedangkan pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9 peningkatan telah mulai terjadi sejak menit ke 30 dan mulai menunjukkan kecenderungan menurun sejak menit ke-60.

Fenomena tersebut menunjukkan bahwa dibandingkan maltodekstrin komersial maka maltodekstrin DP 3-9 akan terabsorsi oleh tubuh relatif lebih cepat. Lebih cepatnya laju absorpsi pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9, sangat berkaitan dengan kandungan oligosakarida berantai panjang yang lebih rendah serta kandungan oligosakarida berantai moderat (DP 3-9) yang lebih tinggi. Oligosakarida berantai panjang (DP > 9), akan lebih sulit terabsorpsi oleh tubuh. Karbohidrat dalam bentuk oligosakarida, akan diuraikan terlebih dahulu menjadi gula-gula sederhana pada fase *brush border* agar dapat diserap oleh tubuh (Muchtadi, 1998). Kesimpulan tersebut didukung pula oleh fenomena peningkatan kadar glukosa darah pada perlakuan maltodekstrin DP 3-9 yang meningkat dengan proporsi relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan maltodekstrin komersial hingga waktu pengamatan pada menit ke-60. Perbedaan karakteristik laju absorpsi antara ketiga perlakuan dirangkum pada Tabel 4.

Berdasarkan karakteristik laju absorpsi, terlihat bahwa penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga akan sangat potensial menjaga keseimbangan kadar glukosa darah lebih baik dibandingkan glukosa dan maltodekstrin komersial. Penurunan kadar glukosa darah dan cadangan glikogen tubuh merupakan pertanda utama telah terjadinya penurunan stamina tubuh selama aktivitas berolahraga (Ford, 1995). Dibandingkan maltodekstrin komersial, penggunaan maltodekstrin DP 3-9 akan lebih ideal ditinjau dari karakteristik stabilitas pola perubahan kadar glukosa darah yang menunjukkan kesempurnaan absorpsi produk oleh tubuh. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Rankin (2002), yang menunjukkan bahwa karbohidrat yang terabsorpsi tubuh lebih lambat (memiliki nilai indeks glisemik yang rendah) akan sangat ideal digunakan sebagai sumber energi bagi olahragawan.

Tabel 4. Karakteristik laju absorpsi maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan dengan glukosa dan maltodekstrin komersial

Perlakuan	Karakteristik laju absorpsi
Glukosa	Terabsorpsi secara cepat (kurang dari 30 menit).
Maltodekstrin DP 3-9	Terabsorpsi secara moderat (lebih lambat dibandingkan glukosa tetapi lebih cepat dibandingkan maltodekstrin komersial). Waktu optimal laju absorpsi hingga menit ke-60.
Maltodekstrin komersial	Terabsorpsi oleh tubuh secara lambat (lebih lambat dibandingkan glukosa dan maltodekstrin DP 3-9). Produk tetap menunjukkan indikasi terabsorpsi oleh tubuh hingga lebih dari menit ke-120.

Kajian berdasarkan karakteristik derajat osmolalitas maltodekstrin DP 3-9

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan berat molekul rata-rata maltodekstrin DP 3-9 sebesar 1011, dan maltodekstrin komersial sebesar 1979. Nilai osmolalitas maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial, disajikan pada Tabel 5.

Walaupun dibandingkan maltodekstrin komersial, maltodekstrin DP 3-9 akan memiliki nilai osmolalitas yang lebih besar, penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat akan lebih berpotensi terutama ditinjau dari karakteristik stabilitas dan laju absorpsinya yang lebih baik. Peningkatan kandungan padatan produk dengan tetap menjaga karakteristik tekanan osmotiknya merupakan salah satu potensi penggunaan maltodekstrin DP 3-9 karena akan memungkinkan konsumsi produk pada intensitas yang lebih rendah (tidak perlu dikonsumsi berulang kali), dan meminimalisasi timbulnya gejala-gejala kelelahan akibat konsumsi air yang berlebihan (*water intoxication*) (Ford, 1995).

Tabel 5. Hasil penentuan nilai osmolalitas produk maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial

Perlakuan	Berat molekul rata-rata	Mol produk (basis 180 g)	Nilai osmolalitas produk
Glukosa	180	1 mol	1 Osmol/kg (1000 mOsmol/kg)
Maltodekstrin DP 3-9	1011	0,178 mol	0,178 Osmol/kg (178 mOsmol/kg)
Maltodekstrin komersil	1979	0,091 mol	0,091 Osmol/kg (91 mOsmol/kg)

Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa maltodekstrin DP 3-9 memiliki nilai osmolalitas yang lebih besar dibandingkan maltodekstrin komersial, tetapi memiliki nilai osmolalitas yang lebih kecil dibandingkan glukosa. Nilai osmolalitas sumber karbohidrat merupakan salah satu karakteristik penting pada produk minuman olahraga yang akan menentukan mudah tidaknya produk tersebut terserap oleh tubuh. Nilai osmolalitas glukosa yang tinggi, akan membatasi total kandungan padatan pada produk, yang berarti juga akan membatasi jumlah karbohidrat (sumber energi/ kalori), vitamin, dan mineral yang mampu disediakan oleh produk.

Dibandingkan glukosa, maltodekstrin DP 3-9 memiliki nilai osmolalitas lebih rendah (5,6 kali lipat). Lebih rendahnya nilai osmolalitas maltodekstrin DP 3-9, disebabkan dominannya kandungan oligosakarida DP 3-9 (89,13%) pada produk. Fenomena tersebut menunjukkan, penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga dapat 5,6 kali lipat lebih tinggi dibandingkan glukosa, sehingga penggunaannya akan berpotensi untuk meningkatkan kandungan padatan produk.

Dibandingkan maltodektrin komersial, maltodekstrin DP 3-9 memiliki nilai osmolalitas yang lebih besar. Lebih tingginya nilai osmolalitas tersebut, terutama disebabkan karena perbedaan komposisi oligosakarida berantai panjang (DP > 9) antar kedua produk. Oligosakarida berantai panjang yang memiliki berat molekul lebih besar, akan menyebabkan lebih rendahnya nilai osmolalitas maltodekstrin komersial. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Birch et al., (1991), yang menunjukkan bahwa derajat osmolalitas suatu oligosakarida akan semakin menurun seiring dengan peningkatan nilai DP oligosakarida tersebut.

Kajian berdasarkan karakteristik tingkat kemanisan maltodekstrin DP 3-9

Hasil pengujian tingkat kemanisan, menunjukkan bahwa glukosa memiliki tingkat kemanisan setara dengan sukrosa 2,00% pada konsentrasi 3,25 hingga 3,50%. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa perlakuan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial memiliki tingkat kemanisan yang relatif sama yaitu antara 27,50 hingga 32,50%. Lebih rendahnya nilai tingkat kemanisan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial sesuai dengan hasil penelitian Birch et al., (1991), yang menunjukkan bahwa tingkat kemanisan akan semakin menurun seiring dengan peningkatan nilai DP oligosakarida.

Tidak berbedanya tingkat kemanisan antara perlakuan maltodekstrin hasil penelitian dan maltodekstrin komersial, menunjukkan bahwa tingkat kemanisan lebih disebabkan oleh kandungan senyawa sakarida berantai pendek (glukosa dan maltosa). Hal ini sesuai dengan pendapat Kearsley and Dziedzic (1995), bahwa kandungan senyawa sakarida berantai pendek merupakan komponen paling dominan penentu tingkat kemanisan suatu campuran hasil hidrolisis. Seperti dapat dilihat pada Tabel 1, maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersial memiliki perbedaan kandungan sakarida DP 1-2 yang tidak terlalu besar (10% dan 16%). Bervariasinya persepsi panelis terhadap tingkat kemanisan maltodekstrin hasil penelitian dan maltodekstrin komersial, diduga karena konsentrasinya yang tinggi dan rasa manis yang ditimbulkan memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan glukosa dan sukrosa.

Selanjutnya, dengan menggunakan sukrosa sebagai standar tingkat kemanisan, hasil pengujian menunjukkan glukosa memiliki tingkat kemanisan 57,00-61,00 sedangkan maltodekstrin DP 3-9 dan maltodekstrin komersil memiliki tingkat kemanisan antara 6,15 hingga 7,20 (Tabel 6).

Johnson and Srisuthep (1975), yang menunjukkan bahwa viskositas akan meningkat secara linier seiring dengan peningkatan nilai DP oligosakarida.

Lebih tingginya nilai viskositas maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan glukosa, menunjukkan kecenderungan bahwa penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pada konsentrasi yang terlalu tinggi akan menghasilkan produk yang lebih kental.

Tabel 6. Perbedaan tingkat kemanisan relatif maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan dengan maltodekstrin komersial dan glukosa

Perlakuan	Tingkat kemanisan relatif
Glukosa	57,00 - 61,00
Maltodekstrin DP 3-9	6,15 - 7,20
Maltodekstrin komersial	6,15 - 7,20

*) Tingkat kemanisan sukrosa (100) sebagai standar

Hasil uji tingkat kemanisan (Tabel 6) menunjukkan bahwa pada tingkat penambahan yang sama, maltodekstr7in DP 3-9 akan memiliki tingkat kemanisan kurang lebih sepuluh kali lebih rendah dibandingkan glukosa. Hal ini juga menunjukkan bahwa penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pengganti glukosa dalam jumlah 5,6 kali lipat lebih besar tidak akan menimbulkan persepsi tingkat kemanisan yang berlebihan oleh konsumen terhadap produk minuman olahraga yang dihasilkan.

Kajian Berdasarkan Karakteristik Viskositas Maltodekstrin DP 3-9

Hasil penelitian menunjukkan bahwa maltodekstrin DP 3-9 memiliki nilai viskositas lebih besar dibandingkan glukosa tetapi lebih kecil dibandingkan maltodekstrin komersial. Hasil pengujian viskositas maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan glukosa dan maltodekstrin komersial disajikan pada Tabel 8.

Hasil pengujian tersebut juga menunjukkan bahwa perbedaan nilai viskositas terutama disebabkan oleh adanya perbedaan berat molekul antara ketiga perlakuan. Semakin tinggi bobot molekul rata-rata terlarut pada suatu senyawa maka cenderung akan semakin tinggi nilai viskositasnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pada minuman olahraga memiliki beberapa keunggulan dibanding glukosa dari karakteristik laju absorpsi 2 kali lipat lebih lama (60 menit berbanding 30 menit), derajat osmolalitas 5,6 kali lebih rendah (178 mOsmol/kg berbanding 1000 mOsmol/kg), dan tingkat kemanisan relatif 10 sampai 11 kali lebih rendah (6,15-7,20 berbanding 57,00-61,00).

Penggunaan maltodekstrin DP 3-9 sebagai sumber karbohidrat pengganti glukosa pada minuman olahraga terkendala oleh karakteristik viskositas. Pada konsentrasi 4% dan 5%, maltodekstrin DP 3-9 akan memiliki viskositas 5,70 sampai 6,20 % lebih tinggi (1,29 cSt dan 1,37 cSt berbanding 1,22 cSt dan 1,29 cSt).

Maltodekstrin DP 3-9 dapat sebagai substitusi maltodekstrin komersial sebagai sumber pH pada minuman olahraga.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk bentuk optimasi formulasi produk minuman olahraga dengan pertimbangan utama penerimaan konsumen terhadap tingkat kekentalan produk.

Tabel 8. Hasil pengujian viskositas maltodekstrin DP 3-9 dibandingkan glukosa dan maltodekstrin komersial pada dua konsentrasi berbeda

Perlakuan	Viskositas pada konsentrasi 4% (cSt)	Viskositas pada konsentrasi 5% (cSt)
Glukosa	1,22	1,29
Maltodekstrin DP 3-9	1,29	1,37
Maltodekstrin komersial	1,37	1,42

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT ISM Bogasari Flour Mills dalam kerangka Program Bogasari Nugaraha 2001 atas dana penelitian yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

Austin, C. L. and D.J. Pierpoint. 1998. The role of starch - derived ingredient in beverages applications. J. Cereal Foods World, 43 (10), 748-752.

Birch, G. G., M. N. Azudin, J. M. Grigor. 1991. Solution properties and composition of dextrins. In M.W. Kearsley and S.Z. Dziedzic. 1995. Handbook of starch hydrolysis product and their derivatives. Blackie Academic & Professional, Glasgow.

Ford, 1995. Formulation of sport drink. In carbonated fruit juices & fruit beverages, P.R. Ashurt (ed). Blackie Academic & Professional, Glasgow, 1995

Heine, P.A., J.A. Taylor, G.A. Iwamoto, D.B. Lubahn, and P.S. Cooke. 2000. Increased adipose tissue in male and female estrogen receptor-α Knockout Mice. J. Proc. Natl. Sci. U.S.A., 97 (23), 12729-12734.

Hidayat, B. 2002. Optimasi proses produksi dan karakterisasi maltodekstrin DP moderat (DP 3-9) dari pati Gandum. Tesis. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Gidley, M.J and P.V. Bulpin. 1987. Crystalisation of maltooligosaccharides as model of the crystaline forms of starch: minimum chain length requirement for the formation of double helices. In Marchall, et al., 1999. Toward a rational design of commercial maldextrin. J. Trends in Food Science and Technology.

Johnson, J.A. and R. Srisuthep. 1975. Physical and chemical properties of oligosaccharides. J. Cereal Chem., 52, 70-78.

Kearsley, M. W. and S. Z. Dziedzic. 1995. Handbook of starch hydrolysis product and their derivatives. blackie academic & professional, Glasgow.

Marchal, L. M., H. H. Beeftink, and J. Tramper. 1999. Towards a rational design of commercial maltodekstrin. J. Trends in Food Science and Technology, 10. 345-355.

Muchtadi, D. 1988. Petunjuk laboratorium evaluasi nilai Gizi Pangan. PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Rankin, J.W. 2002. Glycemic index and exercise metabolism (Sport Science Exchange Article). Dept of Human Nutrition, Foods, and Exercise Virginia Tech, Blacksburg, dalam http://www.yahoo.com/health/nutrition fitness/cbnext.html .

Soekarto, S. T. 1985. Penilaian organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara. Jakarta.

Toledo, R.T. 1991. Fundamental of food process engineering; Second edition. Chapman & Hall, New York.