

MINUMAN ISOTONIK

**Disusun Oleh :
Ir. Sutrisno Koswara, MSI**

**Ebookpangan.com
2009**

MINUMAN ISOTONIK

A. PENGERTIAN DAN STANDAR MUTU

Menurut BSN (1998), minuman Isotonik merupakan salah satu produk minuman ringan karbonasi atau nonkarbonasi untuk meningkatkan kebugaran, yang mengandung gula, asam sitrat, dan mineral. Istilah isotonic seringkali digunakan untuk larutan minuman yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mosm/kg H₂O. Minuman Isotonik juga dikenal dengan sport drink yaitu minuman yang berfungsi untuk mempertahankan cairan dan garam tubuh serta memberikan energi karbohidrat ketika melakukan aktivitas.

Minuman isotonik didefinisikan juga sebagai minuman yang mengandung karbohidrat (monosakarida, disakarida dan terkadang maltodekstrin) dengan konsentrasi 6-9% (berat/volume) dan mengandung sejumlah kecil mineral (elektrolit), seperti natrium, kalium, klorida, posfat serta perisa buah /fruit flavors (Murray dan Stofan, 2001). Komponen utama dari minuman isotonik ini adalah air sebagai pengganti cairan tubuh, karbohidrat sebagai penyuplai energi “siap saji” dan mineral sebagai pengganti elektrolit tubuh yang hilang. Tambahan pula, kehadiran flavor sangat penting dalam menstimulus konsumen untuk mengkonsumsi minuman isotonik.

Pada awalnya, minuman dipandang hanya sebatas pengilang dahaga, namun saat ini dilihat pula manfaat kesehatan yang akan didapatkan bila mengkonsumsi minuman tersebut. Perkembangan industri minuman di Indonesia telah menempuh 5 periode, yakni periode I (1960-an) yang ditandai dengan air mineral, periode II (1970-an) yang ditandai dengan minuman berasal dari tumbuh-tumbuhan, misal teh botol, periode III (1990-an) yang ditandai dengan air mineral, periode IV (1990-1995) yang ditandai dengan sari buah fruit juice, dan periode V (1995) yang ditandai dengan minuman suplemen atau kesehatan. Hal ini terbukti pada decade V banyak bermunculan minuman kesehatan, seperti minuman *prebiotic*, *Jelly drink*, minuman isotonik dll.

.Sejak pertengahan tahun 1960 terdapat kategori minuman komersil di beberapa negara, terutama yang secara khusus diformulasi untuk dikonsumsi sebelum, selama, dan sesudah aktifitas fisik. Minuman ini dikenal dengan sebutan sport drink, minuman karbohidrat-elektrolit, minuman pengganti elektrolit, atau minuman isotonic.

Minuman isotonic ini pertama kali diformulasi oleh Dr Martin Broussard untuk digunakan oleh

tim sepakbola *Louisiana State University*. Kedua, minuman isotonik dikembangkan oleh Cade et al pada tahun 1972, yang melakukan penelitian mengenai panas yang dikeluarkan oleh atlet pada tim sepak bola *University of Florida*. Mereka menemukan bahwa kehilangan sejumlah tertentu volume dan perubahan komposisi cairan tubuh selama latihan dapat dicegah dan diperbaiki melalui konsumsi minuman yang mengandung glukosa dan elektrolit, yang akan memberikan efek menguntungkan bagi anggota tim. Minuman isotonic mulai dipasarkan secara komersial pada tahun 1969, dengan merk terkenal *Gatorade*, dan pertama kali dipromosikan sebagai minuman khusus untuk olah raga (*Sport drink*).

Minuman isotonik berpeluang besar untuk semakin banyak dikonsumsi diluar. Hal ini didasarkan pada proses pembuatannya mengacu pada ilmu pengetahuan, sehingga produknya aman dikonsumsi dan dapat memenuhi kebutuhan tubuh terutama dalam hal cairan, energi dan elektrolit.

Minuman isotonik dibuat untuk menggantikan energi, cairan tubuh dan elektrolit yang hilang selama dan setelah kita melakukan aktivitas fisik, seperti bekerja dan olahraga. Aktivitas fisik yang berat, pada umumnya akan menekan selera makan. Bila hal ini tidak diatasi maka akan tercipta deficit energi yang ditandai dengan penurunan cadangan energi dalam bentuk glikogen. Keadaan ini merugikan karena dapat menyebabkan penurunan masa tubuh, kehilangan jaringan aktif, kelelahan kronis, dan suplai, makanan (glukosa) ke sel otak terganggu. Oleh karena itu, kehadiran minuman isotonic diharapkan dapat mengatasi permasalahan kehilangan energi, cairan tubuh dan elektrolit.

Minuman Isotonik yang beredar dipasaran banyak menggunakan disakarida (sukrosa) sebagai karbohidrat penyuplai energi. Para olahragawan dapat memanfaatkan gula, selai, madu dan makanan tinggi gula (permen) seperti minuman yang mengandung karbohidrat dalam aspek pemenuhan energi. Karbohidrat yang memiliki indeks glikemik yang tinggi lebih efektif dibandingkan yang memiliki glikemik yang rendah untuk minuman isotonik. Hal ini menunjukkan bahwa selain glukosa dan sukrosa, bahan lain seperti madu dapat digunakan untuk menggantikan sukrosa dalam pembuatan minuman isotonik.

Dewasa ini, di Indonesia telah banyak beredar beberapa merk dagang minuman isotonik. Hal ini tidak terlepas dari cara pandang masyarakat yang tidak hanya memandang minuman hanya sebagai pelepas dahaga atau rasa haus, tetapi juga memiliki fungsi kesehatan tertentu. Minuman isotonik selain mengandung air sebagai pengganti cairan tubuh yang hilang, juga mengandung mineral sebagai pengganti mineral yang hilang bersama keringat dan gula sebagai energi yang digunakan saat beraktivitas.

Syarat mutu minuman isotonik di Indonesia mengacu pada SNI 01-4452-1998, seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel. 1. Spesifikasi Persyaratn mutu minuman isotonik

| No | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan |
|-----|----------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | Keadaan | | |
| 1.1 | Bau | - | Normal |
| 1.2 | Rasa | - | Normal |
| 2 | pH | - | Maks. 4.0 |
| 3 | Total gula sebagai sukrosa | % | Min. 5 |
| 4 | Mineral | | |
| 4.1 | Natrium | mg/kg | Maks. 800-100 |
| 4.2 | Kalium | mg/kg | Maks.125-175 |
| 5. | Bahan tambahan makanan | - | Sesuai SNI 01-022-1995 |
| 6. | Cemaran logam : | | |
| 6.1 | Timbal (Pb) | mg/kg | Maks. 0.3 |
| 6.2 | Tembaga (Cu) | mg/kg | Maks. 2.0 |
| 6.3 | Seng (Zn) | mg/kg | Maks 5.0 |
| 6.4 | Raksa (Hg) | mg/kg | Maks. 0.03 |
| 6.5 | Timah (Sn) | mg/kg | Maks. 40 (25.0*) |
| 7 | Arsen (As) | mg/kg | Maks. 0.1 |
| 8 | Cemaran Mikroba | | |
| 8.1 | Angka lempeng total | Koloni/ml | Maks 2×10^2 |
| 8.2 | Coliform | APM/ml | <3 |
| 8.3 | Salmonella | | negatife |
| 8.4 | Kapang | Koloni/ml | Maks. 50 |
| 8.5 | Khamir | Koloni/ml | Maks. 50 |

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1998

B. KEBUTUHAN GLUKOSA, ELEKTROLIT DAN AIR

Efek beraktivitas/olahraga terhadap tubuh

Cairan tubuh adalah komponen yang cukup besar dan potensial hilang ketika latihan/beraktivitas karena meningkatnya produksi keringat. Selama latihan volume urine menurun dan keringat menjadi penyebab utama hilangnya cairan. Produksi keringat bisa mencapai 1-2 liter/jam, tergantung lama dan beratnya latihan. Kehilangan cukup banyak keringat ini menjadi alasan untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang selama latihan. Cairan yang hilang jika tidak segera digantikan maka lama-kelamaan menyebabkan dehidrasi pada tubuh.

Cairan dalam tubuh tidak hanya disusun oleh air. Cairan intra seluler dan cairan ekstra seluler adalah dua larutan yang berbeda pada kandungan zat terlarut di dalamnya. Cairan ekstra seluler banyak mengandung garam natrium, klorida, NaHCO_3 , dan sedikit kalium, kalsium dan magnesium. Sedangkan cairan intraselular banyak mengandung garam kalium, organik posfat, dan proteinat, serta sedikit natrium, magnesium, dan bikarbonat.

Selain itu, kegiatan tubuh selama latihan/berolahraga akan mengubah energi kimia menjadi mekanik dalam otot. Nilai kebutuhan energi tersebut tergantung intensitas dan durasi latihan. Sumber utama energi ini diperoleh dari oksidasi karbohidrat dan lemak yang dikonsumsi. Dalam banyak penelitian yang dipublikasikan diketahui bahwa suplementasi karbohidrat sebelum dan selama periode latihan, secara umum memberikan efek yang baik bagi performa tubuh.

Keberadaan karbohidrat (CHO) sebagai sumber energi sangat menentukan performa ketika beraktivitas. Tubuh yang kekurangan karbohidrat akan mengalami kelemahan atau performa yang buruk selama beraktivitas. Namun sayangnya, total penyimpanan karbohidrat dalam tubuh sangat terbatas, bahkan sering kali keberadaannya lebih sedikit dibandingkan dengan kebutuhan ketika beraktivitas lebih seperti olahraga.

Minuman isotonic atau sport drink diformulasi untuk memberikan manfaat berguna bagi tubuh, diantaranya: 1) mendorong konsumsi cairan secara sukarela, 2) menstimulir penyerapan cairan secara cepat, 3) menyediakan karbohidrat untuk meningkatkan performance, 4) menambah respon fisiologis, dan 5) untuk rehidrasi yang cepat. Minuman isotonik diyakini sebagai minuman ideal bagi atlet olahraga. Perannya tidak hanya sebagai minuman biasa yang menggantikan cairan tubuh, tapi juga sekaligus sebagai pengganti elektrolit yang hilang bersama keringat dan penyuplai energi bagi aktivitas tubuh saat berolahraga.

Kebutuhan karbohidrat, air dan elektrolit

Istilah isotonik seringkali ditujukan untuk larutan atau minuman yang memiliki osmolalitas mirip dengan darah, kira-kira 280 mili osmolalitas per kilogram air (mosm/kg H₂O). Minuman dengan osmolalitas yang tinggi (lebih dari 400 mosm/kg H₂O), kecepatan penyerapannya di usus halus akan berkurang. Hal ini terkait dengan waktu sekresi dan pelarutan di usus halus lebih lama.

Ketika aktivitas fisik dilakukan seperti bekerja dan berolahraga, maka pada saat itu pula terjadi konsumsi energi, air mineral. Air hilang bersama air seni dan keringat. Sementara itu beberapa mineral hilang bersama keringat yang dikeluarkan. Secara normal (asupan makanan cukup), kebutuhan energi saat beraktivitas disuplai dari oksidasi lemak, karbohidrat dan sedikit kontribusi dari pemecahan protein, kira-kira 5%. Semakin berat intensitas aktivitas fisik dilakukan maka akan semakin besar energi yang dibutuhkan dan akan semakin besar karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi. Sebagai contoh, bila konsumsi oksigen 50% dari oksigen maksimum (VO₂ maks), maka kebutuhan energinya dipenuhi oleh 2/3 dari oksidasi lemak 1/3 dari oksidasi karbohidrat. Dan bila 75% dari VO₂ maks, maka pengeluaran energi akan bertambah, dan karbohidrat menjadi sumber utama penghasil energi.

Bila energi yang diasup melalui bahan makanan sedikit, maka energi yang dihasilkan melalui oksidasi karbohidrat, lemak dan protein tidak akan mencukupi, sehingga tubuh akan mengambil cadangan karbohidrat yang terdapat dalam tubuh, yakni glikogen. Glikogen adalah cadangan energi yang terdapat di hati dan otot. Glikogen akan dipecah menjadi glukosa dan asam laktat sebagai hasil sampingnya. Akibatnya bila keadaan ini berlangsung terus-menerus maka akan menyebabkan berat badan berkurang, kehilangan jaringan aktif, dan kelelahan kronis.

Glikogen sebagai cadangan energi tidak dapat dijadikan tumpuan secara terus menerus untuk menyerupai energi manakala tubuh kekurangan energi karena asupan bahan pangan terbatas. Hal ini terkait dengan cadangan glikogen sebagai penyedia karbohidrat, jumlahnya sedikit dan lebih sedikit dibandingkan cadangan lemak. Cadangan karbohidrat dan lemak pada tubuh dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Cadangan tubuh normal dari karbohidrat dan lemak untuk pria (70kg dan wanita (60kg)

| Cadangan | Tempat | Pria | Wanita |
|-----------------|------------------|-------------|---------------|
| Karbohidrat | Glikogen di Hati | 90 Gram | 70 Gram |
| | Glikogen di Otot | 400 Gram | 300 Gram |
| Lemak | Intramuscular | 500 Gram | 300 Gram |
| | Jaringan Adiposa | 7-10 Kg | 12-20 Kg |

Sumber : Maughan (2001)

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa total cadangan karbohidrat dalam tubuh (glikogen) hanya 490 gram sementara itu cadangan lemak 7.5kg-10.5kg pada Pria dengan berat badan 70 kg. Karbohidrat tidak hanya digunakan sebagai baker penghasil energi untuk aktivitas fisik, namun juga digunakan oleh sel atau jaringan tubuh bagian dalam seperti otek, sel darah merah dan ginjal sebagai sumber energi. Ketidakcukupan ketersediaan karbohidrat akan berimplikasi terhadap otak. Walaupun jumlah asam lemak didalam jaringan adipose jauh lebih bannyak dibandingkan jumlah karbohidrat, namun tidak ada mekanisme untuk merubah asam lemak tersebut menjadi karnohidrat. Dengan demikian diperlukan cara agar ketersediaan karbohidrat didalam tubuh berada dalam jumlah yang cukup, yakni asupan karbohidrat yang cukup melalui makanan dan minuman yang kaya karbohidrat. Bila dilihat dari asupan energi, maka kebutuhan karbohidrat sebanyak 60 % dari total energi yang masuk (*total energy intake*).

Air dalam tubuh diperlukan untuk mengatur panas dna menjaga keseimbangan cairan. Air adalah penyusun 45-70% dari masa tubuh yang setara dengan 33-53 liter untuk manusia dengan masa tubuh 75 kg. Rasa haus akan timbul jika tubuh kehilangan 25 air dari total massa tubun. Air yang hilang dari tubuh, baik melalui urin, keringat ataupun feses, bila dibiarkan terus menerus dan tidak diganti maka dapat menimbulkan dehidrasi. Seseorang yang terkena dehidrasi, maka suhu tubuhnya akan meningkat dan terserang penyakit panas. Pencegahan yang terbaik adalah dengan menjamin bahwa sebelum, sesaat dan setelah melakukan aktivitas fisik, tubuh mendapatkan asupan air dalam jumlah yang cukup. Oleh karena itu, asupan air dengan mutu yang vaik dan jumlah yang cukup menjadi keharusan.

Setiap harinya manusia membutuhkan asupan air minimal 2 liter per orang. Khusus untuk orang yang sebagian besar aktivitas fisiknya berupa duduk, asupan air akan sesuai dengan jumlah air yang hilang dari tubuhnya. Kehilangan air biasanya berkisar 2-3 L per liter per hari untuk individu yang tinggal di iklim tropis, dengan 50% dari total kehilangan berupa urin Jenis dan

banyaknya kehilangan cairan tubuh pada pria dan wanita dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kehilangan air pada pria dan wanita

| Sumber | Kehilangan air (ml/hari) | |
|-----------------------|--------------------------|--------|
| | Pria | Wanita |
| Urin | 1400 | 1000 |
| Pernapasan | 400 | 300 |
| <i>Transcutoneuos</i> | 530 | 280 |
| Keringat | 650 | 420 |
| Feses | 100 | 90 |
| Total | 3000 | 2100 |

Sumber : Maughan (2001)

Langkah terbaik untuk mengatasi kehilangan cairan adalah dengan minuman-minuman, seperti air putih, . Namun yang terjadi persoalan, kapasitas rehidarasi dari air putih, minuman isotonic dan minuman coca ternyata berbeda. Rehidrasi adalah kemampuan untuk mengembalikan cairan tubuh dalam keadaan normal. Setelah 2 jam masa pemulihan terdapat perbedaan rehidrasi dari orang yang diberi minum dengan air putih, minuman isotonic dan diet cola. Orang yang diberi Minuman dengan minuman isotonik kecepatan rehidrasinya paling tinggi (73%), kemudian diikuti oleh air putih (65%) dan diet cola (54%). Hal ini menunjukkan bahwa air putih tidka cukup baik untuk menggantikan cairan tubuh dibandingkan dengan minuman isotonic dalam kecepatan rehidrasi.

Beberapa elektrolit dapat larut melalui keringat. Pada saat ini pula tubuh akan kekurangan beberapa mineral yang larut tersebut. Tabel 3 menunjukkan elektrolit utama yang dalam keringat.

Tabel 3. Konsentrasi (mmol/L) dari elektrolit utama di dalam keringat, plasma dan air intraseluler.

| Elektrolit | Keringat | Plasma | Intraseluler |
|------------|----------|---------|--------------|
| Natrium | 20-80 | 130-155 | 10 |
| Kalium | 4-8 | 3.2-5.5 | 150 |
| Kalsium | 0-1 | 2.1-2.9 | 0 |
| Magnesium | <0.2 | 0.7-1.5 | 15 |
| Klorida | 20-60 | 96-110 | 8 |
| Bicarbonat | 0-35 | 23-28 | 10 |
| Phosfat | 0.1-0.2 | 0.7-1.6 | 65 |
| Sulfat | 0.1-2.0 | 0.3-0.9 | 10 |

Sumber : Maughan (2001) dan Shirreffs (1998) dikutip oleh Maughan (2001).

Elektrolit yang hilang dalam jumlah besar melalui keringat adalah natrium, klorida dan kalium (lebih lengkapnya pada Table 3). Penggantian elektrolit secara normal bukanlah prioritas, tetapi penambahan natrium ke dalam minuman yang mengandung glukosa akan meningkatkan penyerapan glukosa air di usus halus. Konsentrasi natrium 20 sampai 50 mmol/L dapat membantu memulihkan volume plasma dan keseimbangan cairan. Tambahan pula rehidrasi yang sempurna tidak akan terjadi manakala natrium dan cairan yang hilang bersama keringat belum digantikan. Penggantian elektrolit, terutama natrium menjadi penting ketika penggantian cairan secara cepat diperlukan saat beraktivitas fisik. Penggantian elektrolit juga penting untuk restorasi volum cairan setelah beraktivitas.

C. SIFAT MINUMAN ISOTONIK

Minuman isotonik merupakan produk pangan yang didasarkan pada riset ilmiah dengan menggabungkan 2 aspek, yakni manfaatnya bagi kesehatan/kemajuran (efikasi) dan penerimaan konsumen (aspek sensori). Bila tinjau dari system produksi pangan, maka minuman isotonic merupakan minuman yang sederhana, karena hanya terdapat aspek pencampuran antara air, mineral (elektrolit) dan karbohidrat. Pada sudut pandang ini, minuman isotonik tidak berbeda dengan oralit yang memiliki manfaat kesehatan (mengatasi dehidrasi). Namun demikian, minuman isotonik bukanlah obat yang terpaksa diminum tetapi merupakan minuman yang diminum karena selain memiliki manfaat kesehatan (mengganti energi, cairan tubuh dan elektrolit yang hilang), tetapi juga tetap memiliki rasa yang enak. Oleh karena itu, formulasi minuman isotonic yang tepat, yakni memiliki manfaat kesehatan dan tetap enak dikonsumsi, merupakan sebuah teknik yang tidak sederhana.

Formulasi yang tepat dari minuman isotonic harus memberikan beberapa keuntungan, diantaranya disukai konsumen, penyerapan cairan yang cepat, meningkatkan kebugaran dan mempercepat rehidrasi. Terkait dengan rehidrasi dan pemulihan cairan tubuh setelah beraktivitas fisik, minuman isotonic memiliki dua tujuan, yakni menggantikan air dan elektrolit yang hilang lewat keringat saat beraktivitas dan menggantikan karbohidrat yang digunakan dari cadangan hati dan otot ketika beraktivitas.

Manfaat kesehatan dan palatibilitas (secara sensori diterima konsumen) yang ditawarkan oleh minuman isotonic, berhubungan erat dengan jenis dan jumlah komponen penyusun minuman tersebut, yakni gula, air dan mineral. Jumlah karbohidrat yang dikandung minuman isotonic 6-9%

dan elektrolit penting yang harus ada adalah natrium dengan jumlah 20-50 mmol/L. berdasarkan SNI 01-4452-1998 minuman isotonic harus mengandung gula (minimal 5%), asam sitrat dan mineral (Na maksimal 800-1000 mg/Kg; K maksimal 125-175- mg/Kg), pH maksimal 4 dan aman dikonsumsi (memenuhi standar cemaran mikroba dan logam berat).

D. FORMULASI DAN PEMBUATAN MINUMAN ISOTONIK

1. BAHAN-BAHAN MINUMAN ISOTONIK

Sukrosa dan Pemanis Lainnya

Sukrosa merupakan salah satu komponen penting dalam minuman isotonic. Selain berperan sebagai salah satu penentu rasa, sukrosa juga menjalankan peran sebagai penyuplai karbohidrat (energi) bagi tubuh. Setiap gram gula pasir/sukrosa memberikan energi sebesar 4 kkal/gram. Sukrosa cukup luas penggunaannya dalam formulasi minuman isotonic.

Sukrosa merupakan senyawa kimia yang termasuk karbohidrat, memiliki rasa manis, berwarna putih, dan larut air. Rumus molekul sukrosa adalah $C_{12}H_{22}O_{11}$, dengan berat molekul 342,30 gram/mol, terdiri dari gugus glukosa dan fruktosa.

Rasa manis sukrosa bersifat murni karena tidak ada *after taste*, yang merupakan cita rasa kedua yang timbul setelah cita rasa pertama. Disamping itu sukrosa juga berperan dalam memperkuat cita rasa makanan, melalui penyeimbangan rasa asam, pahit, dan asin atau melalui proses karamelisasi.

Banyak minuman isotonic yang telah beredar di masyarakat menggunakan sukrosa (disakarida) sebagai sumber energi. Bahan lain yang dapat digunakan adalah madu, karena Bahan pangan yang banyak mengandung dekstrosa (glukosa) dan levulosa (fruktosa). Kadar dekstrosa dan levulosa yang tinggi mudah diserap oleh usus bersama zat-zat organik yang lain.. Madu juga kaya akan zat gizi lainnya seperti vitamin, berbagai mineral, asam organik dan enzim pencernaan. Tambahan pula madu memiliki sifat antimikroba terutama terhadap bakteri Gram positif, seperti *S. aureus* dan *B. cereus*.

Natrium Klorida (NaCl)

Natrium klorida dikenal juga dengan nama potasium klorida dan garam dapur, memiliki berat molekul 58.44. Garam dapur yang beredar di Indonesia untuk tujuan konsumsi diharuskan mengandung iodium, biasanya difortifikasi dengan kalium iodida (KIO_3). Natrium klorida merupakan padatan kristal yang transparan dengan ukuran partikel yang bervariasi, tidak berbau dan memiliki karakteristik rasa asin. Bila disimpan di tempat dengan RH dibawah 75%, bentuknya akan tetap kering namun bila disimpan ditempat dengan RH diatas itu, maka akan basah karena menyerap, air dari udara. Satu gram NaCl dapat larut dalam 2.8 ml air pada suhu $25^\circ C$, atau dalam 2.7 ml air panas atau dalam 10 ml gliserin. NaCl sering digunakan pada pangan sebagai zat gizi, pengawet, flavor dan *intensifier*.

Kalium Klorida (KCl)

Nama dagang dari kalium klorida adalah potasium klorida. Senyawa yang memiliki berat molekul 74.56 merupakan kristal berbentuk kubik atau prisma yang tidak berwarna atau berwarna putih (Committe on Specification Codex , 1972). Garam ini tidak berbau, memiliki rasa asin dan stabil di udara. Larutan KCl memiliki pH netral. Satu gram KCl dapat larut dalam 2.8 ml air bersuhu $25^\circ C$ atau dalam 2 ml air mendidih. KCl tidak larut dalam alkohol. Potasium klorida digunakan pada pangan sebagai zat gizi, suplemen diet, gelling agent, pengganti NaCl dan makanan khamir.

Natrium Sitrat (Na-Sitrat)

Natrium sitrat dikenal juga dengan nama sodium sitrat. Senyawa ini memiliki rumus molekul $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$ dengan berat molekul 294.10. Sodium sitrat berbentuk bubuk kristal tidak berwarna atau berwarna, putih, anhidrous atau mengandung 2 molekul air (Committe on Specification Codex , 1972). Kelarutannya sangat baik dalam air , tetapi tidak larut dalam alkohol. Satu gram Senyawa ini dapat larut dalam 1.5 ml air bersuhu $25^\circ C$ atau dalam 0.6 ml air panas. Banyak digunakan pada pangan sebagai buffer dan nutrisi butter susu.

Asam Sitrat (H3-Sitrat)

Asam sitrat adalah asam organik kuat, hal ini ditunjukkan oleh konstanta disosiasi pertamanya, yaitu $8,2 \times 10^4$ pada suhu $18^\circ C$, $1,77 \times 10^{-5}$ merupakan konstanta disosiasi kedua dan

yang ketiga $3,9 \times 10^{-7}$. Asam sitrat banyak digunakan dalam industri, terutama industri makanan dan farmasi, karena memiliki kelarutan tinggi, memberikan rasa asam yang enak dan tidak bersifat racun. Disamping itu, asam sitrat bersifat sebagai chelating agent, yaitu senyawa yang dapat mengikat logam-logam divalen seperti Mn, Mg, dan Fe yang sangat dibutuhkan sebagai katalisator dalam reaksi-reaksi biologic dapat dihambat dengan penambahan asam sitrat (Winarno dan Laksmi, 1974).

Asam sitrat memiliki rumus molekul $C_6H_8O_7$ dengan berat molekul 192.13. Senyawa ini berbentuk bubuk kristal yang tidak berwarna atau berwarna putih, tidak berbau, memiliki rasa asam yang kuat. Kelarutannya dalam air sangat baik. Satu gram asam sitrat dapat larut dalam 0.5 ml air atau 2 ml alkohol atau 30 ml eter. Asam sitrat biasa digunakan pada produk pangan sebagai pengasam dan flavoring agent (Committe on Specification Codex, 1972).

Kalsium Laktat (Ca-laktat)

Kalsium laktat merupakan senyawa dalam bentuk bubuk kristal atau granula, berwarna putih hingga krem, sebagian besar tidak berbau, mengandung hingga 5 molekul air dari bentuk kristal (Committe on Specification Codex, 1972). Kalsium laktat dapat larut dalam air, -namun- tidak larut dalam alkohol. Biasa digunakan dalam pangan sebagai pengkondisi adonan. (*dough conditioner*), buffer dan makanan khamir. Kalsium laktat memiliki rumus molekul $C_6H_{10}CaO_6 \cdot xH_2O$ dengan berat molekul 218.22.

Vitamin C

Vitamin C merupakan senyawa turunan karbohidrat. Rumus molekul vitamin C adalah $C_6H_8O_6$ dengan bobot molekul sebesar 176 g/mol. Struktur kristalnya memiliki titik leleh berkisar 190-192°C. Senyawa ini dikenal sebagai antioksidan alami). Meskipun manusia dapat mensintesis vitamin C atau asam askorbat dari gula, manusia juga harus mengkonsumsi makanan yang mengandung vitamin C agar mencukupi kebutuhan RDA yaitu 60 mg perhari. Bahan makanan yang menjadi sumber vitamin C antara lain jambu biji, cabe hijau, jeruk, berbagai macam sayuran segar, dan bawang merah. Vitamin C mudah larut di dalam air dan rusak oleh oksidasi, panas dan alkali. Vitamin C secara penuh diserap dan didistribusikan melalui tubuh, dengan konsentrasi yang cukup tinggi terdapat pada kelenjar adrenal dan kelenjar pituitary (kelenjar dibawah otak). Vitamin C

berperan bagi tubuh terutama dalam sintesis kolagen, jaringan protein penghubung yang ditemukan dalam otot, arteri, tulang, dan kulit.

Vitamin C memiliki dua buah struktur kimia yaitu asam-L-askorbat dan asam-L-dehidroaskorbat. Asam L-askorbat yang memiliki pKa 4,04 pada suhu 25° C sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat. Asam L-dehidroaskorbat askorbat sangat labil dan dapat mengalami reaksi lebih lanjut menjadi asam L-diketogulonat yang tidak memiliki aktivitas vitamin C lagi.

Vitamin C, dengan nama kimia L-asam askorbat, adalah senyawa yang tak berbau, stabil, berupa padatan putih, larut dalam air, namun sedikit larut dalam ethanol, dan tidak larut dalam pelarut organik. Asam askorbat memiliki gugus hidroksil asam ($pK_1 = 4,04$, $pK_2 = 11,4$ pada suhu 25°C). Asam askorbat akan segera teroksidasi dalam tubuh menjadi asam dehidroaskorbat, yang dapat kembali ke bentuk reduksinya (asam askorbat). Kemampuan untuk berperan dalam reaksi oksidasi-reduksi inilah yang menjadi dasar asam askorbat berfungsi sebagai vitamin.

Asam askorbat segera teroksidasi dalam kondisi kesetimbangan menjadi asam dehidroaskorbat, dan dalam larutan akan terhidrasi menjadi hemiketal. Vitamin C akan kehilangan aktivitas biologisnya apabila cincin lakton asam dehidroaskorbat terbuka membentuk 2,3-diketogulonic acid.

Flavor

Flavor didefinisikan sebagai komponen yang, memiliki karakteristik yang dapat menghasilkan sifat sensori (aroma dan rasa). Beberapa alasan penambahan flavor kedalam makanan/minuman adalah: 1) memberikan cita rasa pada produk yang memiliki dasar cita rasa yang lemah, 2) untuk menggantikan cita rasa alami yang hilang selama proses, 3) untuk memperbaiki profil cita rasa yang ada, 4) untuk menyamarkan cita rasa, 5) untuk menambah cita rasa jika penggunaan flavor alami secara teknologi tidak memungkinkan, dan 6) untuk meningkatkan nilai tambah secara ekonomi.

Flavor dalam minuman dapat berasal dari buah, minuman buah, atau flavor buatan (sintetik). Flavor yang umum digunakan dalam industri minuman adalah flavor sintetik. Keuntungan penggunaan flavor sintetik adalah lebih ekonomis, penggunaan relatif sedikit, penyimpanan mudah, lebih stabil dan lebih tahan lama. Sifat-sifat yang, harus dimiliki oleh senyawa flavor sintetik adalah

hases larut air, tidak meninggalkan after taste, tahan asam, murm, tahan pangs dan dapat digunakan dalam jumlah yang tepat/konstan.

Pengawet

Bahan pengawet ditambahkan kedalam bahan pangan untuk pengawetan atau menahan aktivitas mikroba, baik bakteri, kapang, maupun khamir yang dapat menyebabkan kebusukan, fermentasi, pengasaman, maupun dekomposisi dalam bahan pangan.

Salah satu bahan pengawet yang luas digunakan adalah asam, atau garam benzoat. Asam benzoat atau dalam bentuk garamnya, memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Benzoat beraksi secara langsung pada dinding sel mikroba serta menghambat kineda enzim siklus asam sitrat dan enzim fosforilasi oksidatif Benzoat lebih sering digunakan dalam bentuk garam alkali, karena sifat kelarutan asam benzoat sangat rendah dalam air. Natrium benzoat (NaC_7HSO , $M_r = 144,4 \text{ gr/mol}$) memiliki struktur yang stabil, berbentuk kristal putih dan rasanya sedikit manis.

Aktivitas optimum benzoat terjadi antara pH 2,54. Zat antimikroba ini efektif dalam menghambat pertumbuhan khamir dan bakteri, namun kurang efektif untuk menghambat pertumbuhan kapang. Menurut SNI 01-0222-1995, batas penggunaan sodium benzoat untuk produk minuman adalah sebesar 600 ppm.

Claudifier

Zat pengkabut (Claudiving Agents) adalah zat yang ditambahkan untuk menimbulkan penampakan keruh pada produk pangan terutama minuman. Zat ini Bering dipakai dalam jumlah sedikit pada produk soft drink, minuman jeruk, es krim, sirup, dan lain-lain. Claudifler biasanya berisi zat-zat yang dapat membentuk koloid dalam larutan sehingga memberikan efek keruh pada larutan seperti pati dan karbohidrat lain.

2. ASPEK KHUSUS FORMULASI MINUMAN ISOTONIK

Dibandingkan dengan produk-produk lain, minuman isotonic (*sport drink*) memiliki beberapa ketentuan khusus yang harus dipenuhi agar perannya optimal. Aspek-aspek tersebut diantaranya : jenis dan konsentrasi karbohidrat, kandungan elektrolit, dan osmolalitas. Tabel 5 memperlihatkan profil komposisi beberapa produk sport drink dan minuman lain yang beredar dipasaran (USA).

Tabel 5. Profil komposisi beberapa produk sport drink dan minuman lain

| Merk Minuman | % karbohidrat | Natrium (mmol/L) | Kalium (mmol/L) | Osmolalitas Mosmol/kg H ₂ O |
|------------------------|---------------|------------------|-----------------|--|
| Gatorade® | 6 | 20 | 3 | 280 |
| Isostar® | 7.7 | 30 | - | 289 |
| Cytomax® | 5.5 | 10 | 10 | 208 |
| Powerade® | 8 | 23 | 4 | 381 |
| MET-Rx ORS® | 8 | 23 | 4 | 315 |
| Coca Cola ® | 11 | - | - | 700 |
| Orange Juice Tropica®) | 10.8 | - | 49 | 663 |

Sumber : Stofan dan Murray (2001)

a. Jenis dan konsentrasi karbohidrat

Jenis dan konsentrasi total karbohidrat memiliki efek fisiologis dan karakter organoleptik terhadap minuman isotonic, seperti keseimbangan flavor, kemanisan, dan cita rasa. Secara komersial jenis karbohidrat yang sering digunakan adalah sukrosa, glukosa, fruktosa, maltosa, dan maltodextrin. Peningkatan konsentrasi karbohidrat diatas 7% dalam formula minuman, secara potensial akan menimbulkan resiko disbanding keuntungan yang diperoleh. Diantaranya peningkatan konsentrasi karbohidrat dalam minuman isotonik berisiko terhadap penurunan pengosongan lambung, penyerapan dalam usus, dan meningkatkan resiko ketidaknyamanan dalam perut. Selain itu jenis dan konsentrasi karbohidrat dalam minuman juga mempengaruhi nilai osmolalitas minuman, oleh karena itu beberapa aspek tersebut menjadi pertimbangan dalam formulasi jumlah dan jenis karbohidrat dalam minuman isotonik.

b. Natrium, kalium dan Elektrolit Lain

Keberadaan Natrium memainkan peran yang sangat penting dalam minuman isotonic sebagai zat yang mempengaruhi rasa minuman, penstimulir konsumsi cairan, meningkatkan penyerapan cairan, mempertahankan volume plasma, dan menjamin rehidrasi yang cepat dan sempurna. Rehidrasi tidak dikatakan sempurna jika natrium dan air yang hilang karena keringat belum digantikan. Seperti halnya dalam keringat, konsentrasi natrium dalam minuman isotonic berkisar antara 20-80 mmol/l, hal ini didasarkan pada penggantian natrium yang hilang dalam tubuh ketika berkeringat dan untuk menstimulir penyerapan cairan dengan cepat.

Kandungan elektrolit lain (kalium, magnesium, dan kalsium) dalam minuman isotonic biasanya lebih kecil dari 10 mmol/l, dan peran kritisnya masih belum teridentifikasi. Sejumlah penelitian telah menyelidiki peran potensialnya. Kehilangan kalium dalam tubuh nampaknya menjfai dugaan umum penyebab kram otot. Adapun untuk mengimbangi kehilangan elektrolit dari keringat/urin, sejumlah peneliti menganjurkan penambahan sejumlah kecil magnesium dan kalsium dalam formulasi minuman isotonik (*Sport drink*).

c. Osmolalitas

Istilah isotonik seringkali digunakan untuk larutan atau minuman yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mosm/kg H₂O. Perhitungan proporsi setiap bahan yang memberikan kontribusi terhadap total osmolalitas produk sangat penting dalam pengembangan formula minuman.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minuman olahraga (*Sport drink*) harus bersifat hipotonik atau isotonic untuk mempercepat pengosongan dalam lambung dan penyerapan dalam usus. Konsumsi minuman yang memiliki osmolalitas yang tinggi (hiperttonik) akan mengurangi laju penyerapan cairan.

Persamaan antara konsentrasi dan osmolalitas ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Osmolalitas (Osmol/kg)} = k \cdot n \cdot \text{molalitas}$$

Dimana, k = konstanta untuk zat non-ideal, n= jumlah partikel. Contohnya, untuk NaCl yang mengurai menjadi dua ion, n= 2. Nilai n untuk nonelektrolit seperti sukrosa sama dengan 1, dengan demikian untuk beberapa bahan lain nilai n biasa ditentukan berdasarkan penguraian partikel/ionnya. Garam-garam yang digunakan untuk formulasi relative mudah larut, maka

konstanta k dapat diabaikan dalam beberapa kasus. Sehingga persamaan dikurangi menjadi :

$$\text{Osmolalitas (Osmol/kg)} = n \cdot \text{molalitas}$$

Tabel 6. Jumlah partikel (pengionan) bahan-bahan minuman isotonik

| Bahan-bahan | Jumlah partikel (pengionan) |
|-------------------|-----------------------------|
| NaCl | 2 |
| Na. Sitrat | 4 |
| Na. Benzoat | 2 |
| KCl | 2 |
| MgCO ₃ | 2 |
| Ca Laktat | 3 |
| Vitamin C | 1 |
| Asam sitrat | 4 |
| Gula | 1 |

3. FORMULASI MINUMAN ISOTONIK

Dalam pembuatan minuman isotonik, komposisi elektrolit minuman yang disusun dapat mengacu pada produk minuman yang ada di pasar (benchmarking) dan disesuaikan dengan SNI.. Komposisi beberapa minuman isotonik yang ada dipasaran dapat dilihat pada tabel dibawah ini .

| Elektrolit | Konsentrasi (meq/L) | | | |
|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| | Merek A | Merek B | Merek C | Merek D |
| Natrium | 21 | 21 | 20 | 22 |
| Kalium | 5 | 4 | 3.5 | 4 |
| Magnesium | 0.5 | 1 | - | 0,5 |
| Kalsium | 1 | 2 | 0.2 | 1 |
| Cl ⁻ | 16 | 13 | 11 | 16 |
| Laktat ⁻ | 1 | 1 | 1 | 1 |

Elektrolit tersebut disusun dari sejumlah tertentu garam-garam yang memiliki elektrolit yang dibutuhkan. Garam-garam yang digunakan adalah: NaCl, natrium sitrat, KCl, kalsium laktat, MgCO₃ dan lain-lain.

Formula dasar minuman ini dihitung dengan memperhatikan aspek kandungan elektrolit, nilai osmolalitas, dan rasa. Dari beberapa nilai konsentrasi elektrolit tersebut dapat diketahui masing-masing jumlah garam (NaCl, KCl, MgCO₃, Ca laktat, dan Na sitrat) yang dibutuhkan untuk memenuhi

konsentrasi tersebut. Sementara Natrium benzoat jumlahnya sudah ditentukan sesuai dengan persyaratan dan biasanya sebesar 200 mg/l.

Kebutuhan setiap garam yang dipakai dihitung berdasarkan kebutuhan tiap elektrolitnya. Jumlah tiap elektrolit diperoleh dengan mengalikan konsentrasi elektrolit target (meq/l) dengan bobot ekivalen (BE).

$$\text{Mg/L elektrolit} = \text{konsentrasi elektrolit target (meq/L)} \times \text{BE}$$

misalnya untuk mengetahui jumlah KCl, maka terlebih dahulu harus diketahui jumlah unsur kalium yang diperlukan. Setelah jumlah unsur elektrolit diketahui dapat dihitung senyawa garam yang dibutuhkan. Contoh dengan mengetahui jumlah mg unsur kalium, maka mg KCl yang diperlukan bisa dihitung melalui faktor kimia Mr senyawa/Ar unsur (Mr KCl / Ar K).

Penyusunan bahan lain, seperti gula didasarkan pada kontribusinya terhadap rasa dan nilai osmolalitas, penambahan asam sitrat ditentukan berdasarkan kontribusinya untuk menurunkan nilai pH hingga mencapai nilai pH produk target (3,5)- Sementara vitamin C ditentukan berdasarkan pertimbangan kebutuhan tubuh perhari terhadap vitamin ini yang dapat diberikan oleh tiap cup minuman, yakni tidak kurang dari 60 mg per cup minuman (240 ml). Bahan lain seperti claudifier diperoleh berdasarkan penilaian secara subyektif terhadap tampilan produk.

Sebagai contoh, Samsul Hadi (2006) membuat minuman isotonik dengan pemanis dan sumber energi menggunakan madu. Hasil formulasi minuman isotonik madu yang telah dikembangkannya adalah : madu randu (97.4 gr), madu kelengkeng (21.0 gr), air (915.4 ml), NaCl (643.4 mg), NaSitrat(859.3 mg), KCl (297.4 mg), CaLaktat(109.1 mg), H3Sitrat (961.2 mg) dan vitamin C (1000 mg). Hasil analisis terhadap produk tersebut adalah Warna: L 78.03, °Hue 69.02 (Yellow Red); pH 3.78; TPT 9%; vitamin C 1034.1 mg; total gula 89.530 gr; natrium 463.88 mg; kalium 358.904 mg dan total mikroba $<3.0 \times 10^6$ (4.5×10^6). Secara keseluruhan hasil ini telah memenuhi formula yang ditargetkan dan standar mutu minuman isotonik SNI 01-4452-1998.

Jumlah mineral yang akan digunakan didapat dari perhitungan matematis (Sadler dan Murphy, 2003), sebagai berikut :

$$\text{mg} = \frac{\text{meq}}{\text{L}} \times \text{BS}$$

$$BS = \frac{AR(MR)}{M}$$

Keterangan :

mg = Bobot bahan eivalen.

meq = ml eivalen

L = liter

BS = Bobot Standar

AR (MR) = massa atom relatif atau massa molekul relatif

mg (bobot bahan eivalen) = meq/L X Bobot standar.

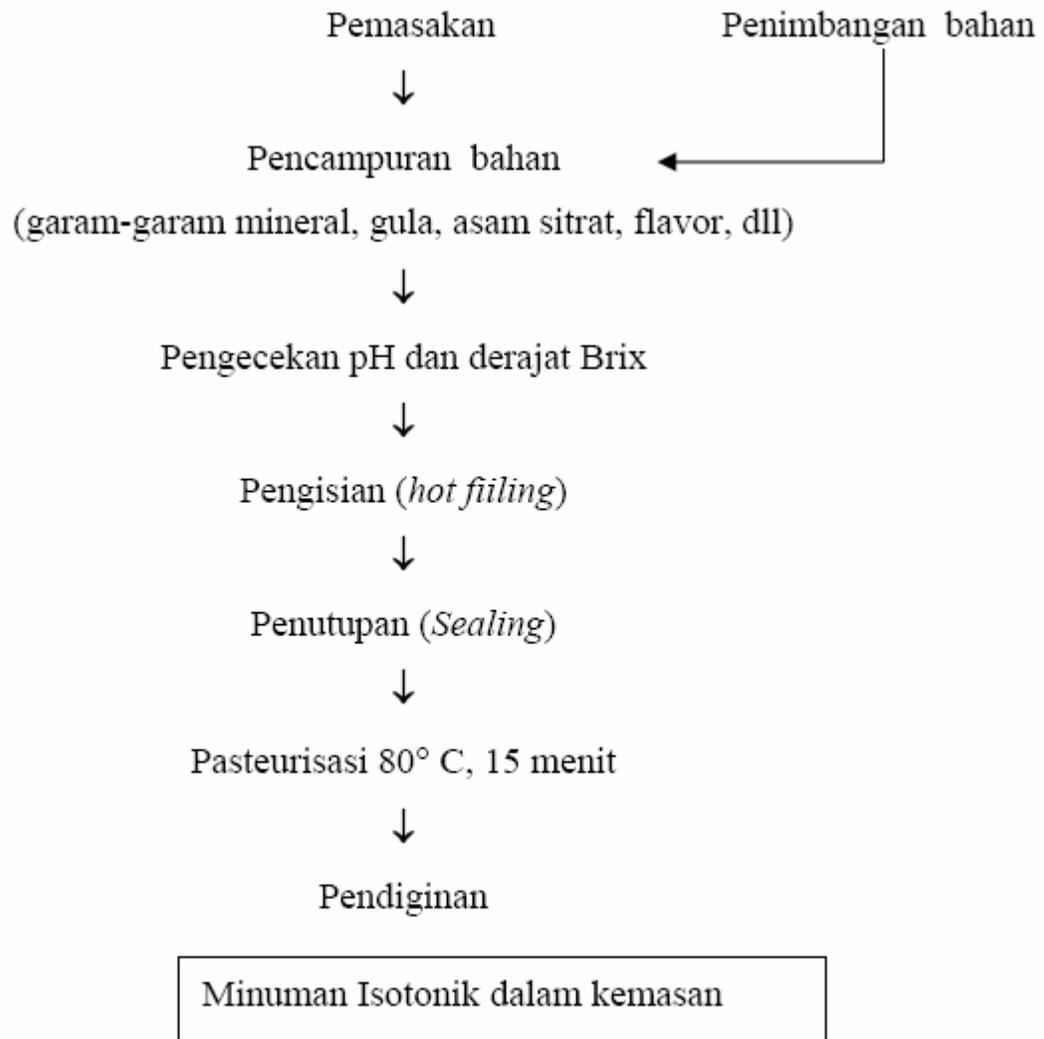
Bobot standar =MR atau AR /Muatan kation atau anion.

M= jumlah muatan kation/anion

Nilai meq/L atau normalitas (N) menunjukkan jumlah eivalen dari zat terlarut per 1000 liter larutan atau konsentrasi/mol dari elektron perliter larutan yang diubah ketika reaksi diselesaikan/disempunakan (Sadler dan Murphy, 2003). Nilai meq/L ditentukan setelah mempertimbangkan nilai meq/L pads produk sejenis yang ada dipasaran dengan nilai meq/L yang didapat dari studi literatur.

4. PROSES PEMBUATAN MINUMAN ISOTONIK

Proses pembuatan minuman isotonic dalam kemasan gelas melalui beberapa tahap, yaitu penimbangan bahan yang meliputi garam-garam mineral, asam sitrat, vitamin dan gula. Kemudian bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam air yang telah dimasak, dan ditambahkan bahan lain seperti *claudifier* dan *flavor*. Tahap selajutnya adalah pengecekan pH dan ⁰ brix minuman. Setelah itu, minuman siap diisikan pada kondisi panas (*hot filling*) menggunakan mesin filler kedalam kemasan gelas poli Propilena (PP). Kemasan kemudian ditutup (seal) dan produk kemudian dipasteurisasi selama 15 menit pada suhu 85°C lalu didinginkan. Proses utama dalam pembuatan minuman isotonic komersial adalah pelarutan atau campuran bahan-bahan berdasarkan komposisi yang telah ditetapkan dan pengawetan melalui aplikasi proses termal pada suhu dan waktu yang tepat dengan kemasan yang mampu melindungi produk dari resiko rekontaminasi. Lebih jelasnya skema proses dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar skema pembuatan minuman isotonik dalam cup