

PENGEMBANGAN FORMULA MINUMAN OLAHRAGA BERBASIS TEMPE UNTUK PEMULIHAN KERUSAKAN OTOT

Development of Tempe Based Sports Beverages for Muscles Damage Recovery

Mansur Jauhari¹, Ahmad Sulaeman², Hadi Riyadi², Iku Ekayanti²

¹Jurusan Olahraga Prestasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Jakarta,
Jl. Pemuda No 10 Rawamangun Jakarta Timur 13220

²Departemen Ilmu Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor 16002
Email: manjaugiz@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari formulasi minuman olahraga berbasis tempe untuk pemulihan kerusakan otot dengan kandungan gizi yang tepat dan dapat diterima secara sensori. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor tunggal yaitu jumlah penambahan air untuk melarutkan tepung tempe yang terdiri dari tiga tingkatan yaitu 500 ml, 600 ml dan 700 ml, dengan masing-masing perlakuan mengandung 23 gram protein. Tepung tempe yang digunakan mengandung kadar air 5,39%, abu 1,22 % berat kering, protein 45,55% berat kering, lemak 33,9% berat kering, karbohidrat 13,94 % berat kering, kalsium 0,14% berat kering, besi 0,018% berat kering, natrium 0,004% berat kering, magnesium 0,06% berat kering, klorida 0,04% berat kering dan kalium 0,10% berat kering. Hasil uji hedonik minuman tempe menunjukkan bahwa penambahan air 600 ml cenderung mempunyai nilai kesukaan secara keseluruhan yang paling tinggi (5,42) dibandingkan dengan penambahan air 700 ml (5,37) dan 500 ml (nilai 4,92) ($P>0,05$). Minuman tempe dengan penggunaan air 600 ml mempunyai penerimaan secara keseluruhan yang tertinggi dengan nilai 80%. Minuman tersebut mempunyai karakteristik per sajian sebagai berikut kandungan protein 23 gram, karbohidrat 48 gram, lemak 17,11 gram, energi 438 kkal, *branched chain amino acids* (BCAA) 4161,6 mg, Ca 72,92 mg, Fe 9,46 mg, Mg 33,12 mg, Na 2,37 mg dan Cl 21,30 mg, dan K 54 mg.

Kata kunci: Minuman tempe, daya terima, minuman olahraga

ABSTRACT

The purposes of this research were to study sports drink formulation based on tempe for muscle damage recovery and to evaluate the sensory acceptability. Randomized complete design was used in this study, with a single factor was water addition for dissolving the tempe powder, as follows: 500 ml, 600 ml and 700 ml. Each treatment contains protein 23 grams. The tempe powder contained water 5.39%, ash 1.22% dry basis, protein 45.55% dry basis, fat 33.9% dry basis, carbohydrate 13.94% dry basis, Ca 0.14% dry basis, Fe 0.018% dry basis, Na 0.004 % dry basis, Mg 0.06 % dry basis, Cl 0.04% dry basis and K 0.10% dry basis. Hedonic test results of tempe beverages showed that the addition of 600 ml water had the highest value on overall preference (5.42) compared to addition of 700 ml (5.37) and 500 ml (4.92) ($p>0.05$). Tempe beverages with the addition of 600 ml water had the highest overall acceptability with the value of 80%. Characteristics of these beverages per serving were: protein of 23g, carbohydrate of 48g, fat of 17.11g, energy of 438 kilo calorie, branched chain amino acids (BCAA) of 4161.6 mg, Ca of 72.92 mg, Fe of 9.46 mg, Mg of 33.12 mg, Na of 2.37 mg, Cl of 21.30 mg and K of 54 mg.

Keywords: Tempeh drink, acceptability, sports drink

PENDAHULUAN

Latihan merupakan hal penting yang harus dilakukan oleh seorang atlet sebelum mengikuti suatu pertandingan. Salah satu diantaranya adalah latihan kekuatan seperti angkat beban, latihan kekuatan tersebut akan memicu kerusakan otot yang ditandai dengan peningkatan kadar kreatin kinase serum, nyeri otot dan penurunan kekuatan otot. Hasil penelitian yang dilakukan Udani dan Singh (2009) mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan kerusakan otot dan rasa nyeri setelah melakukan latihan kekuatan dengan *squats*. Penelitian Cooke dkk. (2010) menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan terhadap kerusakan otot setelah latihan kekuatan dengan menggunakan *leg press*.

Kerusakan otot yang terjadi harus segera dipulihkan karena akan mempengaruhi latihan berikutnya, yang selanjutnya dapat berpengaruh terhadap prestasi. Untuk membantu pemulihan kerusakan otot setelah latihan kekuatan diperlukan minuman yang mengandung protein untuk mempercepat proses pemulihan tersebut. Beberapa penelitian tentang pemulihan kerusakan otot pada umumnya menggunakan sumber protein yang berasal dari susu seperti Gilson dan Saunders (2010) menggunakan susu coklat, Cockburn dkk. (2010) menggunakan susu, sedangkan penelitian lainnya menggunakan whey protein (Buckley dkk., 2008; White dkk., 2008; Cooke dkk., 2010; Burnley dkk., 2010). Penelitian yang menggunakan asam amino bebas seperti asam amino rantai bercabang (BCAA) dilakukan oleh Matsumoto dkk. (2009); Howatson dan Someren (2012); Jackman dkk. (2010), sedangkan Street dkk. (2011) menggunakan glutamin dan Kirby dkk. (2012) menggunakan asam amino leusin.

Tempe merupakan makanan tradisional yang sangat populer di Indonesia, sebagian penduduk Indonesia biasa mengonsumsi tempe sebagai lauk pauk atau sebagai kudapan. Sebagai pangan tradisional, tempe mempunyai komposisi gizi dan non gizi seperti isoflavon yang lebih baik dibanding kedelai. Selain itu tempe mudah diproduksi, banyak tersedia di pasaran, harga relatif terjangkau, serta mudah pengolahannya. Menurut Wang dkk. (1996) Tempe merupakan produk olahan kedelai melalui proses fermentasi dengan penambahan *Rhizopus oligosporus*. Tempe mempunyai banyak keunggulan, jumlah total asam amino kedelai meningkat bermakna saat proses fermentasi. Formasi total dari asam amino kedelai meningkat 3-10 kali setelah menjadi tempe. Hal tersebut karena *R. oligosporus* menghidrolisis protein asam amino dan peptida. Tempe juga mengandung asam amino rantai bercabang (*branch chain amino acid/BCAA*), yaitu valin, leusin, isoleusin yang tinggi, yang sangat dibutuhkan dalam pemulihan kerusakan otot setelah latihan kekuatan. Tempe mempunyai nilai cerna yang

lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai, keadaan tersebut meningkatkan mutu gizi protein tempe (Hermana dkk., 1996). Menurut Utari (2011) tempe juga mengandung isoflavon, dan isoflavon merupakan golongan fitokimia yang mempunyai peran sebagai antioksidan.

Di pasaran produk minuman olahraga yang mengandung protein yang dapat digunakan untuk pemulihan kerusakan otot, umumnya berbasis dari susu, yang harganya relatif lebih mahal. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menciptakan suatu minuman yang mempunyai nilai gizi yang baik, rasanya nikmat dan harganya terjangkau. Berdasarkan potensi yang dimiliki tempe, tempe dapat dijadikan salah satu alternatif sebagai minuman olahraga untuk pemulihan kerusakan otot, selain mempunyai kualitas protein yang baik yang mengandung asam amino BCAA, tempe juga mengandung isoflavon yang diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap pemulihan kerusakan otot setelah melakukan latihan olahraga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari formula minuman olahraga berbasis tempe yang tepat dalam kandungan gizi dan sensorinya untuk pemulihan kerusakan otot.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian adalah tempe yang diperoleh dari perusahaan tempe Sunoto Batu Ampar Kramat Jati Jakarta Timur, gula yang diperoleh dari PT Gulaku, bubuk coklat diperoleh dari PT Ceres, Bandung. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk pembuatan tepung tempe adalah *freeze dryer*, pengiling makanan merk Rheninghaus, *freezer* merk Electrolux, gelas pyrex. Analisa asam amino menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), protein dengan metode *Kjeldahl*, lemak dengan metode *Soxhlet*, kadar air dengan metode termogravimetri, abu dengan metode pengabuan kering dan karbohidrat ditentukan dengan metode *by different*, kadar isoflavon ditentukan dengan metode HPLC. Analisis kalsium, magnesium, natrium, besi, kalium menggunakan AAS/*Atomic Absorption Spectrophotometer*, klorida menggunakan *mercury nitrate titration*

Pembuatan Tepung Tempe dan Karakterisasi

Proses pembuatan tepung tempe adalah tempe dipotong-potong dengan ukuran 1 x 2 x 0,5 cm³ kemudian *disteam blanching* selama 10 menit dengan suhu 100°C, selanjutnya dilakukan penggilingan dan pengeringan dengan metode *freeze drying* selama 2 hari. Setelah itu tepung tempe yang sudah jadi kemudian diayak dengan ukuran 80 *mesh*. Kapasitas untuk sekali proses adalah 2 kg tempe dan menghasilkan rendemen berupa tepung tempe ± 40%. Selanjutnya dilakukan analisis gizi dari tepung tempe yang meliputi uji proksimat (kadar air, abu,

lemak, protein, dan karbohidrat/*by difference*), asam amino, isoflavon, kalsium, besi, magnesium, natrium, dan klorida.

Formulasi Minuman Tempe

Formulasi minuman olahraga berbasis tepung tempe menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan perlakuan tunggal, yaitu jumlah air yang digunakan untuk melarutkan tepung tempe, yang terdiri dari tiga tingkatan perlakuan, yaitu 500 ml, 600 ml dan 700 ml (air digunakan untuk melarutkan tepung tempe). Setiap sajian minuman mengandung 23 gram protein. Penerimaan minuman olahraga berbasis tempe dilakukan dengan uji organoleptik berupa uji hedonik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Zat Gizi Tepung Tempe

Kandungan gizi tepung tempe adalah air 5,39 %, abu 1,22 % berat kering, protein 45,55 % berat kering, lemak 33,9 % berat kering, karbohidrat 13,94 % berat kering, kalsium 0,14% berat kering, besi 0,018% berat kering, natrium 0,004 % berat kering, magnesium 0,06 % berat kering dan klorida 0,04 % berat kering, kalium 0,10% berat kering. Komposisi asam amino tepung tempe disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi asam amino tepung tempe

| Asam amino | % terhadap tepung tempe |
|----------------|-------------------------|
| Asam aspartat | 5,56 |
| Asam glutamate | 9,12 |
| Serin | 2,66 |
| Histidin | 1,25 |
| Glisin | 1,86 |
| Threonin | 1,96 |
| Arginin | 3,45 |
| Alanin | 2,18 |
| Tirosin | 1,82 |
| Metionin | 0,63 |
| Valin | 2,21 |
| Fenilalanin | 2,60 |
| Isoleusin | 2,18 |
| Leusin | 3,77 |
| Lisin | 3,10 |

Formulasi Minuman Olahraga Berbasis Tepung Tempe

Formulasi minuman tempe didasarkan pada penelitian White dkk. (2008) yang menggunakan protein sebanyak 23 gram dalam penelitiannya dengan pemberian whey protein untuk pemulihan kerusakan otot setelah latihan kekuatan, sehingga formulasi minuman olahraga berbasis tempe ini dibuat dengan mengandung 23 gram protein per sajian.

Formulasi minuman olahraga berbasis tempe mengandung karbohidrat sebanyak 8% terhadap total jumlah air, hal ini berdasarkan pada syarat dari minuman isotonik yang sebaiknya mengandung karbohidrat sebanyak 4-8% (Bean, 2009). Bubuk coklat yang digunakan sebanyak 0,05% terhadap total jumlah air. Formula minuman olahraga berbasis tempe menggunakan tiga tingkatan perlakuan penambahan air yaitu 500 ml (A), 600 ml (B) dan 700 ml (C) untuk menyeduh tepung tempe menjadi minuman tempe yang mengandung 23 gram protein. Formula minuman olahraga berbasis tempe berdasarkan perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Formula minuman tempe berdasarkan perlakuan

| Bahan | Jumlah | | |
|---------------------|--------|------|-----|
| | A | B | C |
| Tepung tempe (gram) | 51 | 51 | 51 |
| Air (ml) | 500 | 600 | 700 |
| Gula (gram) | 35 | 43,5 | 52 |
| Bubuk coklat (gram) | 2.5 | 3 | 3,5 |

Penerimaan minuman olahraga berbasis tempe dilakukan dengan uji organoleptik berupa uji hedonik (kesukaan) oleh 30 orang panelis semi terlatih. Pada uji hedonik (kesukaan) parameter yang diamati meliputi warna, aroma, rasa, kekentalan dan keseluruhan dengan skala 1= amat sangat tidak suka sampai 9 = amat sangat suka, hasil uji organoleptik tersaji pada Tabel 3.

Hasil penilaian terhadap kesukaan warna, nilai tertinggi (6,97) dimiliki oleh formula C dan terendah (4,9) dimiliki oleh formula A. Sidik ragam menunjukkan bahwa jumlah air yang digunakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap penerimaan warna minuman olahraga berbasis tempe. Penilaian organoleptik terhadap kekentalan menunjukkan bahwa nilai tertinggi (6,08) dimiliki oleh formula C dan terendah (4,53) dimiliki oleh formula A. Sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan air berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap penerimaan kekentalan minuman olahraga berbasis tempe. Untuk penilaian organoleptik terhadap aroma, rasa dan kesukaan secara keseluruhan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$).

Tabel 3. Nilai rerata hasil pengamatan sensori hedonik minuman tempe (skala1-9)

| Perlakuan | Hedonik (Kesukaan) | | | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | Warna | Aroma | Rasa | Kekentalan | Keseluruhan |
| A (500 ml) | 4,90 ^b | 5,65 ^a | 4,35 ^a | 4,53 ^b | 4,92 ^a |
| B (600 ml) | 6,20 ^{ab} | 5,25 ^a | 4,73 ^a | 5,38 ^{ab} | 5,42 ^a |
| C (700 ml) | 6,97 ^a | 5,52 ^a | 4,45 ^a | 6,08 ^a | 5,37 ^a |

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji banding friedman dengan tingkat kepercayaan 95%.

Persentase penerimaan panelis terhadap minuman tempe dapat dilihat pada Tabel 4. Presentase penerimaan berdasarkan pada banyaknya panelis yang memberikan skor antara 5 dan 9 terhadap jumlah keseluruhan panelis. Penerimaan tertinggi untuk kesukaan secara keseluruhan terhadap minuman tempe adalah formula B yaitu 80%. Berdasarkan hasil uji hedonik dan persentase terbanyak penerimaan panelis terhadap minuman tempe secara keseluruhan maka formula terpilih adalah formula B.

Tabel 4. Persentase penerimaan minuman olahraga berbasis tempe

| Karakteristik | Persentase (%) | | |
|---------------|----------------|------------|------------|
| | Formula | | |
| | A (500 ml) | B (600 ml) | C (700 ml) |
| Warna | 60 | 86 | 90 |
| Aroma | 86,66 | 66,66 | 76,66 |
| Rasa | 43,33 | 60 | 46,66 |
| Kekentalan | 50 | 73,33 | 86,66 |
| Keseluruhan | 60 | 80 | 66,66 |

Kandungan Zat Gizi Minuman Olahraga Berbasis Tepung Tempe

Berdasarkan uji organoleptik, produk B relatif paling bisa diterima dan dinyatakan sebagai formula terpilih dan selanjutnya dilakukan analisis kimia minuman tempe. Protein dan asam amino merupakan zat gizi yang menjadi perhatian utama dalam formulasi minuman ini, karena formulasi minuman ini bertujuan untuk membuat formula minuman yang digunakan untuk mempercepat pemulihan kerusakan otot setelah latihan kekuatan dan dapat diterima oleh konsumen. Menurut Nosaka (2007) bahwa asupan protein berperan dalam pemulihan kerusakan otot yang dipicu karena latihan kekuatan, pemulihan dari kerusakan otot akan mendapatkan manfaat dari kenaikan ketersediaan asam amino, seperti arginin, glutamin dan BCAA (isoleusin, leusin dan valin). Indikator bahwa telah terjadi pemulihan kerusakan otot adalah menurunnya kreatin kinase darah, menurunnya nyeri otot dan peningkatan kekuatan otot (Cockburn, 2010).

Minuman tempe per sajiannya (600 ml) mengandung protein sejumlah 23 gram dengan kandungan asam amino seperti terdapat pada Tabel 5. Bila dibandingkan dengan whey protein yang digunakan dalam penelitian White dkk. (2008) minuman tempe ini mempunyai kandungan protein yang sama, sedangkan masing-masing asam amino mempunyai kandungan yang berbeda. Dalam minuman olahraga berbasis tempe ini mengandung asam amino BCAA yaitu valin, leusin dan isoleusin yang tinggi, asam amino BCAA penting dalam proses pemulihan kerusakan otot. Kandungan isoleusin, leusin dan valin masing-masing adalah 1111,8 mg, 1922,7

mg, dan 1127,1 mg, total asam amino BCAA per sajian adalah 4161,6 mg. Bila dibandingkan dengan minuman whey protein, minuman tempe memberikan kontribusi valin sebesar 78,27%, isoleusin 73,14% dan leusin 77,84%.

Suplementasi protein telah terbukti meringankan kerusakan otot, yang ditandai dengan berkurangnya kadar kreatin kinase, mengurangi rasa nyeri otot serta meningkatkan fungsi otot (Millard dkk., 2005). Shimomura dkk. (2006) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemberian asam amino bercabang (BCAA) sebelum latihan kekuatan, dapat menurunkan rasa nyeri otot dibandingkan dengan kelompok plasebo. Pemberian protein utuh yang dikombinasikan dengan karbohidrat sebelum, sesudah, atau selama latihan daya tahan dapat memberikan efek penurunan nyeri otot setelah latihan (Millard dkk., 2005). Begitu juga penelitian yang dilakukan Seifert dkk. (2005) bahwa pemberian protein utuh dapat menurunkan konsentrasi kreatin kinase plasma. Sedangkan menurut Buckley dkk. (2010), dalam penelitiannya menunjukkan bahwa konsumsi whey protein setelah latihan kekuatan, pemulihan kekuatan otot dapat meningkat.

Selain mengandung protein yang baik, minuman olahraga berbasis tempe per sajian juga mengandung energi sebesar 438 kkal dan juga kaya akan zat gizi lain seperti karbohidrat sebanyak 48 gram, lemak 17,11 gram, mineral yang terdiri dari kalsium 72,92 mg, zat besi 9,46 mg, natrium 2,37 mg, magnesium 33,12 mg dan klorida 21,30 mg, vitamin B6 0,07 mg dan mengandung isoflavin sebesar 25,78 mg.

Tabel 5. Kandungan asam amino per takaran saji

| Asam Amino | Minuman tempe | Whey ** | Persentase minuman tempe terhadap whey |
|--------------------|---------------|---------|--|
| Asam aspartat (mg) | 2835,6 | 2490 | 113,87 |
| Serin (mg) | 1356,6 | 1240 | 109,40 |
| Histidin (mg) | 637,5 | 400 | 159,37 |
| Glisin (mg) | 948,6 | 530 | 178,98 |
| Threonin (mg) | 999,6 | 1720 | 58,11 |
| Arginin (mg) | 1759,5 | 480 | 366,56 |
| Alanin (mg) | 1111,8 | 1380 | 80,56 |
| Tirosin (mg) | 928,2 | 590 | 157,32 |
| Metionin (mg) | 321,3 | 440 | 73,02 |
| Valin (mg) | 1127,1* | 1440 | 78,27 |
| Fenilalanin (mg) | 1326 | 670 | 197,91 |
| Isoleusin (mg) | 1111,8* | 1520 | 73,14 |
| Leusin (mg) | 1922,7* | 2470 | 77,84 |
| Lisin (mg) | 1581 | 2120 | 74,57 |

*asam amino BCAA minuman tempe = 4161.6 mg/sajian

** whey protein (White dkk., 2008)

Karbohidrat dan protein yang terkandung dalam minuman ini memberikan manfaat yang baik karena menurut Bloomer dkk. (2000) mengonsumsi minuman protein-

karbohidrat segera setelah latihan kekuatan mendorong lebih efisien pertumbuhan otot jaringan serta pengisian bahan bakar glikogen lebih cepat, dibandingkan dengan minuman karbohidrat saja atau plasebo.

Kerusakan otot dapat diperparah dengan hadirnya radikal bebas yang berpotensi menyebabkan kerusakan otot lanjut (Malm dkk., 1999; MacIntyre dan Someren 2001). Aktivasi radikal bebas dapat menyebabkan lisis membran sel otot (Tidball, 2005). Radikal bebas dapat dihasilkan selama dan setelah latihan kekuatan. Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan otot secara sekunder (Howatson dan Someren, 2010). Kelebihan lain dari minuman tempe ini adalah kandungan isoflavonnya, yang dapat berperan sebagai antioksidan guna menangkal radikal bebas. Menurut Utari (2011) isoflavon berperan dalam menangkal radikal bebas melalui pemutusan rantai propagasi radikal bebas, hidroksi akan mendonorkan elektron atau hidrogen sehingga terjadi pembersihan (*scavenging*) atau penghalang (*interceptor*) terhadap radikal bebas. Isoflavon juga mempunyai peran dalam pemutusan rantai propagasi melalui pengikatan (*chelating*) ion metal transisi sehingga ion asing tersebut dapat dihilangkan dan efek prooksidannya dapat dihambat. Kandungan isoflavon sebesar 25,78 mg yang terdapat dalam minuman tempe ini dapat berperan dalam mempercepat pemulihan kerusakan otot. Jumlah isoflavon tersebut sudah memenuhi 85,93% dari rekomendasi minimum yang dianjurkan yaitu 30-100 mg/orang/hari (Messina, 2002).

Minuman olahraga berbasis tempe ini dalam penggunaannya diberikan sejumlah 600 ml, diminum sekaligus segera setelah latihan kekuatan. Minuman yang dihasilkan perlu dilakukan pengocokan sebelum diminum karena ukuran partikel yang lolos ayakan 80 mesh tidak bisa terlarut secara sempurna. Dengan melihat kandungan zat gizi dan non gizi, perlu dikaji lebih lanjut pengaruh minuman tempe untuk pemulihan kerusakan otot setelah latihan kekuatan pada atlet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji hedonik, maka formula terpilih adalah perlakuan dengan penambahan air 600 ml. Kandungan gizi minuman olahraga berbasis tempe per sajian (600 ml) mengandung energi sebesar 438 kkal, 23 g protein, asam amino BCAA 4161,6 mg, karbohidrat 48 g, lemak 17,11 g, kalsium 72,92 mg, zat besi 9,46 mg, natrium 2,37 mg, magnesium 33,12 mg, klorida 21,30 mg, kalium 54 mg dan vitamin B6 0,07 mg dan mengandung isoflavon sebesar 25,78 mg.

DAFTAR PUSTAKA

- Bean, A. (2007). *Sports Nutrition*. Published by A and C Black Publishers Ltd.
- Bloomer, R. (2000), Effects of meal form and composition on plasma testosterone, cortisol and insulin following resistance exercise. *International Journal Sport Nutrition* **10**: 415-424.
- Buckley, J.D., Thomson, R.L., Coates, A.M., Howe, P.R., Denichilo, M.O. dan Rowney, M.K. (2010). Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine Sport* **13**: 178-181.
- Burnley, E.C.D., Olson, A.N., Sharp, R.L., Baier, S.M. dan Alekel, D.L. (2010). Impact of protein supplements on muscle recovery after exercise-induced muscle soreness. *Journal Exercise Science Fitness* **8**: 89-96.
- Cockburn, E. (2010). Acute protein-carbohydrate supplementation: effects on exercise induced muscle damage. *Current Topics in Nutraceutical Research* **8**: 7-18.
- Cooke, M.B., Rybalka, E., Stathis, C.G., Cribb, P.J. dan Hayes, A. (2010). Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **7**: 30.
- Gilson, S.F. dan Saunders, M.J. (2010). Effects of chocolate milk consumption on markers of recovery following soccer training: a randomized cross-over study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **7**: 19.
- Hermana, Mahmud, M.K. dan Karyadi, D. (1996). *Komposisi dan Nilai Gizi Tempe serta Manfaatnya dalam Peningkatan Mutu Gizi makanan*. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia, Jakarta.
- Howatson, G. dan Someren, K.V. (2010). The prevention and treatment of exercise induced muscle damage. *Sports Medicine* **38**: 483-503.
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, P.G. dan French, D.N. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **9**: 20.
- Jackman, S.R., Witard, O.C., Jeukendrup, A.E. dan Tipton, K.D. (2010). Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine Science Sports Exercise* **42**: 962-970.

- Kirby, T.J., Triplett, N.T., Haines, T.L., Skinner, J.W., Fairbrother, K.R. dan McBride, J.M. (2012). Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. *Amino Acids* **42**: 1987-1996.
- MacIntyre, D.L., Sorichter, S., Mair, J., Berg, A. dan McKenzie, D.C. (2001). Markers of inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology* **84**: 180-186.
- Malm, C., Lenkei R. dan Sjodin B. (1999). Effects of eccentric exercise on the immune system in men. *Journal of Applied Physiology* **86**: 461-468.
- Matsumoto, K., Koba, T., Hamada, K., Sakura, M., Higughi, T. dan Miyata, H. (2009). Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **49**: 424-31.
- Messina, M. (2002). Soy and the prevention and treatment of chronic disease. *American Soybean Association Technical Bulletin* **87**: 1-18.
- Millard, M., Warren, G.L., Thomas, L.M., Doyle, J.A., Snow, T. dan Hitchcock, K. (2005). Recovery from run training: efficacy of a carbohydrate-protein beverage. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **15**: 610-624.
- Nosaka, K. (2007). Muscle damage and amino acid supplementation: does it aid recovery from muscle damage? *International SportMed Journal* **8**: 54-67.
- Seifert, J.G., Kipp, R.W., Amann, M. dan Gazal, O. (2005). Muscle damage, fluid ingestion, and energy supplementation during recreational alpine skiing. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **15**: 528-536.
- Shimomura, Y., Yamamoto, Y., Bajotto, G., Sato, J., Murakami, T., Shimomura, N., Kobayashi, H. dan Mawatari, K. (2006). Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *Journal of Nutrition* **136**: 529S-532S.
- Street, B., Byrne, C. dan Eston, R. (2011). Glutamine supplementation in recovery from Eccentric exercise attenuates Strength loss and muscle soreness. *Journal of Exercise Science and Fitness* **9**: 116-12.
- Tidball, J.G. (2005). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *American Journal of Physiology* **288**: R345-R353.
- Udani, J.K. dan Singh, B.B. (2009). BounceBack™ capsules for reduction of doms after eccentric exercise: randomized, double-blid, placebo-controlled, crossover pilot studi. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **6**: 14.
- Utari, D.M. (2011). Efek Intervensi Tempe Terhadap Profil Lipid. Superoksida Dismutase, LDL Teroksidasi dan Malondialdehyde pada Wanita Menopause. Disertasi. Gizi Masyarakat Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- White, J.P., Wilson, J.M., Austin, K.G., Greer, B.K., St. John, N. dan Panton, L.B. (2008). Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **5**: 5.
- Wang, H.L., Doris, I.R. dan Hesselstine (1996). Protein Quality of wheat and soybeans after *Rhizopus oligosporus* fermentation. *Journal Nutrition* **96**: 109-114.