

BAB VI. WHEY PROTEIN, DAUN KELOR, KURMA, DAN KELELAHAN OTOT

**Mardiana¹, Latifah Rachmawati², Nadia Puspita Sari³,
Tsaniatin Nahla Al Amien⁴**

¹Program Studi Gizi FIK, Universitas Negeri Semarang

mardiana.ikm@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/km.v1i2.78>

Abstrak

BCAA merupakan salah satu jenis asam amino yang banyak digunakan pada minuman olahraga atau *sport drink*. BCAA berperan pada proses metabolisme dan kerja otot, meningkatkan daya tahan pada kapasitas latihan, meningkatkan sintesis protein dan mengurangi kelelahan otot sehingga dapat mempercepat pemulihan nyeri otot. Suplementasi BCAA yang dilakukan pada penelitian sebelumnya memberikan efek berupa penurunan nyeri otot dan kerusakan pada otot yang terjadi pasca latihan. Kemudian *sport drink* pada penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan bahan yang terdapat kandungan protein seperti *whey protein*, kurma dan daun kelor. *Whey protein* dalam meningkatkan performa mempunyai peranan untuk meningkatkan kapasitas aerob, mengoptimalkan pemulihan setelah latihan, pembangun massa otot dan meningkatkan komposisi tubuh. Kemudian asam amino banyak ditemukan di dalam daun kelor salah satunya adalah asam amino esensial yang berguna bagi pertumbuhan dan perbaikan jaringan otot. Selain itu, kurma merupakan bahan pangan yang kaya akan zat gula, vitamin, mineral, dan serat serta berperan sebagai antioksidan. Oleh sebab itu, guna mendeteksi adanya kerusakan jaringan pada otot maka diperlukan kreatin kinase (CK) untuk mengetahui adanya inflamasi pada membran otot skeletal dan otot jantung sehingga mendapatkan penanganan khusus untuk pemulihannya.

Kata kunci: Whey protein, Daun kelor, Kurma, Kelelahan otot

KELELAHAN OTOT

Rasa sakit atau nyeri yang dirasakan pada otot-otot tubuh sesudah berolahraga merupakan suatu keadaan yang sering dikeluhkan yang baru memulai aktivitas olahraga. Ataupun oleh seseorang yang sudah sering berolahraga namun dengan intensitas yang berlebih. Kelelahan otot atau *Delayed onset muscle soreness* (DOMS) adalah suatu rasa sakit atau nyeri pada otot yang dirasakan 24-48 jam setelah melakukan aktivitas fisik atau olahraga. Gejala khas saat DOMS yaitu nyeri, bengkak, kaku dan kehilangan kekuatan otot. Reaksi inflamasi merupakan mekanisme yang mendasari timbulnya gejala-gejala tersebut. Saat berolahraga terjadi kerusakan pada sarkomer (unit fungsional otot rangka) yang menyebabkan mikrotrauma dan selanjutnya berkembang menjadi reaksi inflamasi (Kim *et al.*, 2017).

Faktor-faktor penyebab *muscle soreness* antara lain penumpukan asam laktat dan intensitas latihan yang berlebihan (overload). Penumpukan asam laktat yang terjadi karena proses pembuangannya yang tidak lancar dapat merangsang rasa nyeri yang merupakan gejala awal DOMS. Latihan yang tidak terprogram berkemungkinan besar bisa memberikan beban yang berlebihan (overload). Latihan yang dilakukan secara overload akan menimbulkan terjadinya kerusakan otot sehingga menyebabkan cedera pada otot. Selain itu, melakukan latihan eksentrik secara berlebihan beresiko mengalami DOMS.

Kejadian DOMS terdapat tanda dan gejala diantaranya yaitu timbulnya rasa nyeri pada otot, kekuatan otot yang melemah, mobilitas yang terbatas pada gerak sendi dan terganggunya koordinasi otot pada saat terjadi kontraksi otot. Perasaan nyeri dan tidak nyaman tersebut dapat berlangsung 6 – 12 jam pertama sesudah latihan yang kemudian akan mencapai puncaknya sekitar 48 – 72 jam sesudah latihan, dimana hal tersebut dapat sembuh dengan sendirinya dalam kurun waktu 3 – 7 hari terlepas dari segala intervensi dan perhatian khusus.

Kejadian nyeri pada otot disebabkan karena adanya rangsangan dari jaringan otot dan arteri, kapiler darah, serta tendon yang mengalami luka. Proses penyembuhan DOMS yang

paling awal adalah inflamasi ketika tubuh mengalami pendarahan. Inflamasi mempunyai indikator untuk mengetahui kadar peningkatan konsentrasi Creatin Kinase (CK) yaitu 1 – 7 hari sesudah latihan. Kreatin Kinase (CK) merupakan salah satu indikator yang menunjukkan kejadian permeabilitas enzim pada membran otot skeletal dan otot jantung. Selain CK, terdapat indikator lain yang dapat digunakan sebagai tanda inflamasi yaitu jumlah leukosit, neutrofil, monosit dan basofil (DAJ *et al.*, 2003).

DOMS yang dirasakan dapat dikurangi dengan memberikan berbagai penanganan. Penanganan yang dilakukan dapat berupa *stretching*, minum obat, istirahat, masase, terapi es, dan tetap melakukan latihan meskipun nyeri. *Stretching* yang dilakukan dapat mengurangi rasa nyeri yang dirasakan karena otot mengalami penguluran dan dilepaskan kembali sehingga kontraksi berkurang setelah melakukan *stretching*, namun *stretching* tidak terlalu efektif dalam mengurangi rasa nyeri akibat DOMS. Istirahat salah satu penanganan terhadap nyeri DOMS yakni dengan membiarkan bagian yang mengalami DOMS beristirahat. Aktivitas yang biasa dilakukan dikurangi untuk menghindari terjadinya DOMS. Penanganan yang dapat dilakukan seperti memberikan masase/pijat pada bagian yang mengalami DOMS. Masase yang diberikan dapat merangsang sistem saraf tepi dan memperlancar peredaran darah yang terhambat pada bagian yang mengalami DOMS. Masase diberikan pada bagian otot yang mengalami rasa nyeri akibat DOMS agar peredaran darah kembali normal. Penanganan menggunakan kompres es merupakan salah satu konsep untuk mengurangi respon inflamasi dengan mempersempit pembuluh darah dengan es. Kompres es yang diberikan dapat menyebabkan penyempitan pembuluh darah (vasokonstriksi) pada bagian yang mengalami DOMS. Penyempitan ini menyebabkan rasa nyeri yang dirasakan dapat berkurang.

MINUMAN OLAHRAGA

Sport drink adalah minuman dengan komposisi beberapa tipe monosakarida, disakarida dan maltodekstrin yang memiliki konsentrasi berkisar antara 6% hingga 9% berat/volume. *Sport*

drink terdiri dari mineral atau elektrolit seperti natrium, kalium, klorida, fosfat dan penambahan rasa buah. *Sport drink* diciptakan untuk memenuhi kebutuhan energi dan cairan bagi atlet. Sebagai pemenuhan hidrasi dapat menstimulasi kecepatan absorpsi cairan, dan mengurangi stress fisik karena olahraga serta untuk mempercepat proses pemulihan setelah olahraga (M *et al.*, 2010). Minuman sport drink juga dikenal dengan minuman isotonik yaitu minuman yang berfungsi untuk mempertahankan cairan dan garam tubuh serta memberikan energi karbohidrat ketika melakukan aktivitas.

Minuman Isotonik merupakan salah satu produk minuman ringan karbonasi atau nonkarbonasi untuk meningkatkan kebugaran, yang mengandung gula, asam sitrat, dan mineral. isotonik merupakan minuman yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mosm/kg H₂O. Minuman isotonik mengandung karbohidrat (monosakarida, disakarida, maltodekstrin) dengan konsentrasi 6-9% (berat/volume) mineral (elektrolit), seperti natrium, kalium, klorida, posfat serta perisa buah. Syarat mutu minuman sport drink di Indonesia mengacu pada SNI 01-4452-1998, seperti pada Tabel 6.1. Spesifikasi Persyaratan Mutu Minuman Sportdrink (Roberts *et al.*, 2014).

Tabel 6.1. Syarat Mutu Minuman Sport Drink

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.800-1000
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. 0.1
7	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0.1
8	Cemaran mikroba		
8.1	Angka lempeng total	Koloni/ml	Maks 2 x 10 ²
8.2	Coliform	APM/ml	<3
8.3	Salmonella	Koloni/ml	Negative
8.4	Kapang	Koloni/ml	Maks. 50
8.5	Khamir		Maks. 50

Sumber : (Roberts *et al.*, 2014)

Jenis Minuman Olahraga

a. Minuman Hipotonik

Minuman hipotonik adalah minuman yang mengandung 2- 3% karbohidrat dan kandungan mineral dibandingkan dengan cairan tubuh normal. Cairan dalam minuman hipotonik akan langsung diserap oleh usus sehingga dapat menjaga keseimbangan cairan normal didalam tubuh.

b. Minuman Isotonik

Minuman isotonik adalah minuman yang mengandung glukosa dan fruktosa dalam konsentrasi 6-8%. Minuman ini mengandung elektrolit yang digunakan untuk menggantikan elektrolit yang hilang melalui keringat saat melakukan olahraga. Selain itu, dapat digunakan sebagai penyuplai energi saat seorang atlet mengalami kelelahan saat latihan maupun pertandingan (Roberts *et al.*, 2014).

c. Minuman Hipertonik

Minuman hipertonik adalah minuman yang mengandung karbohidrat lebih dari 10% dan mempunyai konsistensi yang pekat. Minuman ini biasanya digunakan oleh atlet yang melakukan olahraga seperti latihan berat dan lari jarak jauh. Karena memiliki konsentrasi tinggi karbohidrat, minuman ini harus dikonsumsi bersama dengan minuman hipotonik maupun air minum untuk mengkompensasi penyerapan cairan oleh tubuh.

Faktor – faktor yang mempengaruhi minuman sportdrink antara lain adalah:

1. pH

Derajat keasaman minuman isotonik akan mempengaruhi mutu minuman sportdrink. Berdasarkan SNI 01-4452-1998 pH maksimal minuman sportdrink adalah 4.

2. Suhu pasteurisasi

Suhu pasteurisasi yang tidak sesuai akan merusak kandungan mineral yang terdapat pada minuman isotonik. Menurut Ainurkhalis (2016), suhu pasteurisasi minuman isotonik adalah 80°C dengan waktu 5 menit.

3. Bahan tambahan lain

Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan minuman isotonik akan mempengaruhi mutu minuman isotonik, seperti penambahan zat penstabil yang tidak sesuai dengan kadar yang telah ditentukan akan mempengaruhi kenampakkan minuman isotonik.

Elektrolit yang hilang dalam jumlah besar melalui keringat adalah natrium, klorida dan kalium. Minuman isotonik digunakan untuk mengganti elektrolit yang hilang melalui keringat. Terkait dengan rehidrasi dan pemulihan cairan tubuh setelah melakukan latihan maupun pertandingan, minuman isotonik memiliki dua tujuan yaitu menggantikan air dan elektrolit yang hilang melalui keringat serta menggantikan karbohidrat yang digunakan dari cadangan hati dan otot ketika melakukan latihan dan pertandingan. Minuman isotonik juga digunakan sebagai penyuplai energi saat atlet melakukan latihan maupun pertandingan (Roberts *et al.*, 2014).

Kegiatan olahraga baik latihan maupun saat pertandingan akan mengubah energi kimia menjadi mekanik otot. Nilai kebutuhan energi tergantung intensitas dan durasi latihan maupun pertandingan. Sumber utama energi diperoleh dari oksidasi karbohidrat dan lemak yang dikonsumsi. Keberadaan karbohidrat sebagai sumber energi sangat menentukan performa ketika latihan maupun pertandingan. Tubuh yang kekurangan karbohidrat akan mengalami kelemahan atau penurunan performa. Sehingga dibutuhkan karbohidrat lebih untuk tetap menjaga performa seorang atlet meningkat (Roberts *et al.*, 2014). Minuman isotonik mengandung karbohidrat yang dibutuhkan seorang atlet dalam menjaga performanya tetap meningkat. Karbohidrat sederhana dapat diserap tubuh dengan cepat, sehingga dapat membantu atlet dalam mencegah penurunan performanya saat latihan maupun pertandingan berlangsung.

WHEY PROTEIN

Whey memiliki konsentrasi tinggi rantai asam amino bercabang asam (BCAA) – *leusin*, *isoleusin*, dan *valin*. *Leusin* merupakan factor penting dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan, asam amino sulfur yang mengandung *sistein* dan *metionin*, terkandung di protein *whey* dengan konsentrasi tinggi asam amino fungsi kekebalan dapat ditingkatkan melalui konversi intraseluler menjadi *glutathione*. Leusin, valin, dan isoleusin merupakan asam amino BCAA yang memiliki peran penting karena bertugas dalam metabolisme energi dalam kerja otot. Kerusakan pada otot yang terjadi setelah latihan dapat dipercepat proses pemulihannya dengan bantuan BCAA. Suplementasi BCAA yang dilakukan pada penelitian sebelumnya memberikan efek berupa penurunan serangan nyeri otot dan kerusakan pada otot yang terjadi pasca latihan. Bahan makanan yang mengandung BCAA dengan kadar yang tinggi adalah susu, whey protein, tempe, dan kacang-kacangan (Wolfe, 2006).

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). *Whey protein* termasuk minuman olahraga alfa-laktalbumin murni yang fungsinya untuk menambah massa otot karena mengandung asam amino berantai bercabang hingga 26 %. *Whey* diperlukan untuk membangun blok dan menghasilkan asam amino yang digunakan jaringan tubuh untuk membangun jaringan otot, diserap dengan cepat menuju aliran darah setelah mengalami latihan yang berlebihan (Li *et al.*, 2015).

Terdapat beberapa jenis *whey protein* antara lain *Whey Protein Concentrate (WPC)*, *Whey Protein Isolate (WPI)*, dan *Whey Protein Hydrolysate (WPH)*. *WPI* mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan *WPC*, sedangkan karbohidrat dan lemak lebih rendah dibandingkan dengan *WPC*. Selain mengandung protein sebesar 90%, *WPI* juga terdapat substansi lain yaitu faktor pertumbuhan (*growth factors*). Dengan mengkonsumsi *whey protein* dapat berdampak pada transkripsi dan translasi protein otot baik bagi manusia maupun hewan, serta dapat meningkatkan konsentrasi BCAA, isoleusin dan leusin (Athony *et al.*, 2007). *Whey Protein* yang dikonsumsi baik sebelum maupun sesudah latihan dapat meningkatkan *Follistatin-Related Gene (FLRG)* protein dimana berfungsi untuk mencegah sekresi miostatin sehingga otot dapat berkembang. Pada penelitian Humi *et al.*, tahun 2008 menyatakan bahwa kelompok yang diberikan *whey protein* mengalami peningkatan *FLRG* juga mengalami peningkatan miostatin. Pemberian suplemen asam amino dan protein dapat menunda gejala *DOMS* setelah latihan beban intensif. Berikut manfaat dari *whey protein* bagi tubuh antara lain:

1. Membantu pembentukan otot
Dengan cara mengkonsumsi *whey protein* yang terdapat kandungan asam amino dimana mempunyai peran untuk menjaga massa otot.
2. Menghambat pemecahan protein dalam tubuh
Serbuk *whey* mengandung BCAA yang dapat meningkatkan pembentukan protein dan menghambat pemecahannya. Selain hal tersebut BCAA juga mampu untuk menjaga massa otot,

mengurangi rasa nyeri yang disebabkan oleh aktivitas olahraga, serta mencegah kerusakan otot.

3. Mengurangi peradangan

Sebuah penelitian menyatakan bahwa dengan mengonsumsi suplemen *whey protein* mampu meminimalkan protein C-reaktif (CRP). Dengan menurunnya kadar CRP berbanding lurus dengan berkurangnya peradangan pada tubuh.

Banyak penelitian menyebutkan manfaat *whey protein* dalam meningkatkan performa olahraga diantaranya:

1. Peningkatan kapasitas anerob, kecepatan dan tenaga dalam olahraga berbasis kekuatan

Penambahan 20 gram protein *whey* terhadap diet perharinya telah menunjukkan peningkatan performa anaerobik tanpa Latihan olahraga. Para atlet yang melakukan sesi latihan multi anaerobik setiap minggunya dapat mensyaratkan dosis harian hingga 1-1,5 gram protein *whey*/ kg/hari untuk menjaga kekebalan.

2. Pengoptimalan pemulihan setelah Latihan

Pengonsumsi suplemen cair protein dan karbohidrat langsung setelah olahraga terbukti memberikan restorasi glikogen dengan lebih efektif, menstimulasikan jumlah sintesa protein yang lebih tinggi dan hormon anabolik selain juga mencegah penekanan kekebalan akibat-olahraga.

Strategi yang sederhana ini dapat juga meningkatkan performa dalam dampak latihan-berulang hingga 24%. Kandungan protein *whey* peningkat-kekebalan, profil asam amino yang baik dan kinetic pencernaan yang cepat membuatnya sebagai protein yang ideal untuk dikonsumsi setelah olahraga. Untuk menunjang peralihan yang efisien dari setiap tipe olahraga yang berat, atlet layaknya mengonsumsi dosis 20 hingga 50 gram protein *whey* yang dikombinasikan dengan sumber karbohidrat mudah diserap (seperti glukosa), dicampur dalam air yang penuh langsung setelah berolahraga. Makanan yang sangat penting setelah olahraga hendaknya dikonsumsi 30-60 menit setelah olahraga. Asam amino yang melimpah bersirkulasi

dalam darah terbukti meningkatkan efek anabolik (pembentukan) kekuatan latihan.

Oleh karenanya, para atlet yang menginginkan peningkatan optimal dalam output tenaga/kekuatan tanpa meningkatkan massa tubuh secara signifikan hendaknya memasukkan satu sajian protein whey (20-50 gram) ke dalam diet kalori-terkontrolnya, dan dosis ini hendaknya dikonsumsi sebelum tipe latihan daya tahan apapun.

3. Pembangun Massa Otot

Atlet yang menginginkan penambahan optimal pada massa (otot) ramping hendaknya menuju kepada konsumsi satu dosis protein whey 1,5 gr/kg/hari selama program latihan daya tahan. Dosis ini hendaknya dibagi menjadi 4 atau 5 sajian yang lebih kecil dan dikonsumsi dalam makanan campuran zat-makronutrisi sepanjang harinya. Pemenuhan karbohidrat dan lemak dapat meningkatkan efek anabolik protein whey terhadap jaringan otot.

Konsumsi protein whey dalam makanan campuran zat-makronutrisi terbukti memberikan penerimaan protein yang lebih tinggi baik terhadap orang dewasa muda maupun lebih tua dibandingkan dengan protein berkualitas tinggi lainnya seperti kasein.

4. Meningkatkan komposisi tubuh

Suplementasi dengan protein whey tidak hanya meningkatkan Glutathione (GSH), juga memberikan peningkatan langsung dalam komposisi tubuh. Suplementasi dengan hanya 20 gram protein whey per hari dapat memberikan penurunan yang signifikan terhadap lemak tubuh, tanpa tipe apapun dari latihan olahraga yang spesifik (Harahap, 2014).

Whey protein banyak mengandung asam amino triptofan, yang nantinya akan digunakan oleh otak untuk menghasilkan serotonin. Kadar triptofan yang meningkat dapat berpengaruh pada menurunkannya produksi serotonin sehingga tubuh tidak akan merasa mudah lelah saat berolahraga. *Whey protein* mempunyai kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan kasein.

Berdasarkan pengukuran PER (*Protein Efficiency Ratio*), *whey protein* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan kasein. Semakin tinggi nilai PER, maka protein tersebut tergolong baik. Proses pengolahan *whey protein* dapat menghasilkan dalam bentuk bubuk dengan berbagai tingkatan kandungan protein. Perbedaan kadar protein tersebut, disebabkan karena proses pembuatannya. Berikut urutan *whey protein* dari kadar terendah sampai tertinggi, antara lain *whey protein* bubuk, konsentrat, dan isolat. Pada proses pembuatan konsentrat dan isolat melalui proses filtrasi membran guna mereduksi komposisi non protein dalam *whey* sebelum dilakukan pengeringan, sedangkan pada proses pembuatan *whey protein* bubuk hanya melalui proses menghilangkan sebagian lemak sebelum ke tahap pengeringan.

Whey protein concentrate diperoleh melalui proses penghilangan komponen non protein yaitu laktosa dan mineral sehingga tercapailah kadar protein tertentu. Berikut tahap pembuatan yang digunakan untuk *whey protein concentrate* antara lain, *ultrafiltration* yang merupakan bagian dari filtrasi membran. Kemudian *diafiltration* yang melibatkan air di dalam prosesnya, sehingga laktosa dan mineral dapat lebih mudah dihilangkan agar kadar proteinnya meningkat. Selanjutnya *whey* akan dievaporasi dan dikeringkan sehingga kandungan protein dalam konsentrat mencapai 34%-82%.

Isolat whey protein diperoleh dengan cara menghilangkan komponen non protein sehingga dapat diperoleh kadar protein 90% setelah melalui proses pengeringan. Berikut proses produksi isolat *whey protein* melalui filtrasi membran, yaitu *microfiltration* dan *diafiltration*. Isolat yang diproses melalui filtrasi membran masih terkandung GMP di dalamnya, sedangkan untuk karakteristik fungsionalnya tetap sama begitupun dengan komposisi keduanya. Setelah sampai pada tahap *ultrafiltration*, *whey* akan dievaporasi yang selanjutnya akan dikeringkan menggunakan *spray drier* (Page *et al.*, 2004). Berikut komposisi gizi dalam konsentrat (WPC) dan isolat (WPI).

Tabel 6.2. Komposisi Gizi dalam Konsentrat (WPC) dan Isolat (WPI)

Komponen	WPC 34	WPC 55	WPC 80	WPI
Protein (%)	34-36	50-52	80-82	90-92
Laktosa (%)	48-52	33-37	4-8	0,5-1
Abu (%)	3-4,5	5-6	4-8	0,5-1
Lemak (%)	6,5-8	4,5-5,5	3-4	2-3
Kelembaban (%)	3-4,5	3,5-4,5	3,5-4,5	4,5

Sumber: (Page *et al.*, 2004)

Whey protein alami dapat dibuat dengan cara pemisahan fraksi *whey protein* dengan susu skim melalui dua tahap proses *microfiltration*. Tahapan pembuatan terdiri dari : pasteurisasi susu skim, dua proses *microfiltration*, evaporasi kemudian pengeringan. pada tahap pasteurisasi bertujuan untuk memisahkan kasein dengan komponen lain yang selanjutnya kasein akan disaring menjadi filtrat dan komponen lainnya sebagai *permeate*. Pada *permeate whey* yang didalamnya masih terkandung protein, laktosa dan mineral akan disaring lagi menggunakan *microfiltration* sehingga laktosa dan abu akan tereduksi. Kemudian tahap terakhir, filtrat whey akan dievaporasi dan dikeringkan.

KURMA

Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) sebagai sumber antioksidan seperti Glutation (GSH) dan asam askorbat (ASC). Buah kurma adalah bahan pangan yang kaya akan zat gula, vitamin, mineral, dan serat. Dalam beberapa varietasnya, kandungan zat gulanya dapat mencapai 88% dan 12% sisanya terdiri dari kandungan kimia lainnya seperti vitamin, mineral, serat dan lain-lain. Kandungan fruktosa dan glukosa dalam kurma merupakan sumber energi yang kaya akan asam amino (S, 2012). Selain itu kurma juga mengandung Prolin sebagai asam amino mayor. Kandungan gula dalam kurma cukup tinggi, seperti varietas Khla Al Qassim yang memiliki kandungan gula sebesar 0,11 mg/100 g FW. Sebagai

perbandingan, kandungan gula sebesar 0,3 mg/100 g FW menandakan bahwa kurma tersebut adalah kaya akan gula.

Kandungan mineral dalam kurma meliputi Kalium dengan jumlah yang terbesar, nilainya berkisar antara 180,7–796,7 mg/100 g DW, lalu diikuti oleh fosfor (30,4–110,1 mg/100g), magnesium (21,1–97,3 mg/100 g), dan natrium (4,39–9,37 mg/100 g). Kebanyakan mineral yang telah teridentifikasi menunjukkan perbedaan yang signifikan antarvarietas. Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Khas AL Kharj memiliki kandungan kalium tertinggi (796,7 mg/100 g), magnesium (97,3 mg/100 g), natrium (9,3 mg/100 g), dan kalsium (0,919 mg/100 g). Selain itu kandungan zat besi didalam varietas Nabtit Ali dan Sokhary yakni masing-masing 1,648 dan 1,644 mg/100 g (Siddiqi *et al.*, 2020).

Kurma varietas Sokary mempunyai kandungan tokoferol tertinggi yaitu berkisar antara 0,09 sampai 0,28 $\mu\text{mol/g}$ FW dibandingkan dengan varietas Khla Al Qassim yang mempunyai kandungan tokoferol terendah. Selain hal tersebut, kurma mempunyai asam organik dimana kandungan yang banyak ditemukan adalah asam malat berkisar antara 5-10 $\mu\text{mol/g}$ DW yang kemudian dilanjutkan dengan asam suksinat, asam isobutirat, asam sitrat dan asam formiat. Berikut kandungan gizi makro pada kurma :

1. Karbohidrat

Kurma tersusun dari komponen gula yang merupakan pereduksi glukosa dan fruktosa yang nilainya terdiri dari bobot kering 20-70% dan gula non-pereduksi sukrosa berkisar 0-40%. Komposisi gula pada kurma sangat dipengaruhi oleh jenis kultivar dan tingkat kematangan. Kurma juga mempunyai kandungan serat larut (*dietary fiber*) yang mempunyai kisaran 9-13% sesuai dengan kultivar dan habitatnya. Kandungan serat kasar (*crude fiber*) pada buah kurma berkisar 2,5-4,3% yang didasarkan pada tingkat kematangan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat kematangan buah kurma, maka semakin tinggi kadar glukosa dan fruktosa serta kadar serat kasar justru menurun. Kemudian untuk kadar serat

larut dan kadar sukrosa cenderung stabil pada semua jenis tingkat kematangan.

2. Kalori dan GI (*Glycemix Index*)

Kurma dalam satu buahnya sekitar 8,3 gram mempunyai kalori sebesar 23 kkal atau dapat dikatakan 1,3-1,8 kali lebih banyak dibandingkan gula tebu meskipun dengan bobot yang sama. Pada studi terbaru mengatakan bahwa nilai GI pada buah kurma varietas tamr dan rutab mempunyai kisaran 30-60% apabila dikonsumsi sebanyak 60 gram (7 buah dengan ukuran besar). Nilai GI tersebut mempunyai kesamaan dengan nilai GI pada sukrosa (50g) yang biasanya banyak ditemukan di tebu. Terdapat titik tertinggi kadar gula darah ketika mengkonsumsi kurma sekitar 50 gram yaitu sebesar 150 mg/dL, sedangkan untuk glukosa murni bisa mencapai sekitar 165 mg/dL dengan jumlah konsumsi yang sama (Rahmadi, 2010).

3. Mineral

Kurma mempunyai berbagai kandungan mineral didalamnya, antara lain kalsium, fosfor, kalium, belerang, khlor, magnesium, besi, mangan, tembaga, koblat, seng, khrom, yodium dan flor. Terdapat kandungan besi dalam 100 gram buah kurma kering dimana mampu untuk memenuhi asupan besi pada manusia dalam semua kondisi. Buah kurma dapat membantu absorpsi zat besi dalam tubuh karena adanya kandungan glukosa, fruktosa dan vitamin C.

4. Vitamin

Kurma mempunyai kandungan vitamin didalamnya, yaitu jenis thiamin (B1), riboflavin (B2), biotin, asam folat (folacin), asam ascorbat (Vitamin C), pro-vitamin A (beta karoten), nicotinamide, retinol equivalent, asam pantotenat dan vitamin B6. Didalam kurma 100 gram terkandung vitamin A sebesar 90 IU, tiamin 93 mg, riboflavin 114 mg, niasin 2 mg dan kalium 667 mg. Selain kandungan gizi tersebut, kurma mempunyai kadar protein 20% dan lemak 3% (Cidadapi, 2016).

Kurma mempunya banyak manfaat di dalam bidang kesehatan, antara lain yaitu :

1. Mencegah kerusakan ginjal dan hati

Kurma mempunyai kandungan *proanthocyanidins* dimana mempunyai fungsi sebagai perlindungan dari kerusakan pada ginjal dan hati. Terdapat sebuah penelitian yang menyatakan bahwa kurma yang diekstrak dapat mencegah terjadinya toksisitas ginjal dan hati dimana keduanya terinduksi secara kimia.

2. Sebagai antioksidan

Kurma dapat menghilangkan radikal bebas sehingga tubuh terhindar dari kerusakan yang diakibatkan oleh stress oksidatif karena kurma banyak mengandung antioksidan yang bermanfaat untuk tubuh.

3. Mencegah kerusakan DNA

Terdapat sebuah penelitian yang mengatakan bahwa kurma dapat memberikan perlindungan terhadap tubuh sehingga terhindar dari kerusakan DNA oksidatif.

4. Sebagai agen antivirus

Berbagai virus patogen yang terdapat di tubuh manusia dapat di atasi oleh kurma. Hal ini dikarenakan kurma dapat berperan sebagai agen antivirus (Agroweb, 2017).

Kurma dapat meningkatkan kadar hemoglobin karena terdapat kandungan zat besi dan akan memberikan perlindungan bagi kesehatan tubuh apabila dikonsumsi secara rutin. Selain kandungan gizi tersebut, karbohidrat, protein dan lemak pada kurma berperan dalam proses sintesis hemoglobin. Berikut proses pembentukan hemoglobin apabila mengkonsumsi kurma. Glukosa yang terbentuk dari monosakarida hasil pemecahan karbohidrat akan di pecah kembali menjadi 2 piruvat dan menghasilkan energi berupa ATP yang nantinya akan dioksidasi menjadi suksinil CoA. Kemudian lemak pada kurma bagian rantai panjang diubah menjadi asilkartinin yang selanjutnya masuk ke dinding mitokondria untuk dioksidasi menjadi suksinil CoA (Poedjiadi, 2007).

Setelah melalui serangkaian proses metabolisme tersebut, kemudian suksinil CoA bersama glisin akan diproses untuk membentuk portoporfirin hasil dari proses porfirinogen. Portoporfirin yang terbentuk, selanjutnya akan diubah menjadi

hemoglobin bersama dengan heme dan protein globin. Untuk dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam tubuh, dianjurkan mengkonsumsi kurma selama 14 hari sebanyak 100 gram atau kurang lebih 5-7 buah secara rutin (Zen *et al.*, 2013).

DAUN KELOR

Kelor mengandung 46 antioksidan kuat yang terdiri atas: vitamin A, vitamin C, vitamin E, vitamin K, vitamin B (*cholin*), vitamin B1 (*thiamin*), vitamin B2 (*riboflavin*), vitamin B3 (*niacin*), vitamin B6, alanin, alfa-karoten, arginin, beta-karoten, beta-sitosterol, asam kafeoilkuinat, kampesterol, karatenoid, klorofil, kromium, delta-5-avenasterol, delta-7-avanesterol, glutation, histadin, asam asetat indol, indoleasetonitril, kaempferal, leusin, lutein, metionin, asam miristat, asam palmatit, prolamin, prolin, kuersetin, rutin, selenium, treonin, triptofan, xantin, xantofil, zeatin, zeasantin dan zinc (Jahan *et al.*, 2018).

Tanaman kelor selain memberikan manfaat pada bidang pengobatan, tetapi juga bermanfaat sebagai sumber makanan, produk kosmetik, dan kecantikan. Terdapat kandungan fitokimia pada daun, biji dan polong sehingga tanaman ini dapat disebut dengan tanaman kaya dengan kandungan gizi. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa kelor mempunyai vitamin C yang lebih besar dari jeruk (sekitar 7 kali lebih tinggi), vitamin A yang lebih besar dari wortel (sekitar 10 kali lebih tinggi), kalsium yang lebih besar dari susu (sekitar 17 kali lebih tinggi), protein yang lebih besar dibandingkan yoghurt (sekitar 9 kali lebih tinggi), kalium yang lebih besar dari pisang (sekitar 15 kali lebih tinggi), dan zat besi yang lebih besar dari bayam (sekitar 25 kali lebih tinggi). Berikut kandungan gizi daun kelor per 100 gram yang dikonsumsi (Kamawanti, 2014) :

Tabel 6.3. Kandungan Gizi Daun Kelor per 100 gram

Komposisi	Jumlah
Air	75,5 gram
Energi	92 kkal
Protein	5,1 gram

Lemak	1,6 gram
Karbohidrat	14,3 gram
Serat	8,2 gram
Abu	3,5 gram
Kalsium	1077 mg
Fosfor	76 mg
Besi	6 mg
Natrium	61 mg
Kalium	298 mg
Tembaga	0,1 mg
Seng	0,6 mg
Retinol	
β karoten	3266 µg
Tiamin	0,3 mg
Riboflavin	0,1 mg
Niasin	4,2 mg
Vitamin C	22 mg

Sumber : (Kamawanti, 2014)

Daun kelor banyak digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan gizi yaitu malnutrisi pada anak-anak dan bayi. Nutrien yang terdapat pada kelor berguna sebagai penangkal radikal bebas apabila dikombinasikan dengan diet seimbang, karena didalamnya terdapat kandungan fenol, protein, kalsium, potasium, magnesium, besi, mangan, tembaga, sumber fitonutrien seperti karotenoid, tokoferol, dan asam askorbat. Selain itu polong tanaman kelor juga mengandung banyak serat yang sangat mempengaruhi kesehatan salah satunya yaitu mencegah terjadinya kanker kolon dan masalah pencernaan. Polong yang belum matang mempunyai kandungan serat sebesar 46,78% dan protein sebesar 20,66%. Sedangkan pada polong yang matang mempunyai kandungan asam amino sebesar 44% pada daun dan 31% untuk bunganya. Perlu diketahui bahwa polong tanaman kelor yang belum matang mempunyai kandungan gizi yang sama dengan daunnya, antara lain yaitu asam palmitat, asam linoleat, dan asam oleat (Citra, 2019).

Tabel 6.4. Kandungan Gizi Daun Kelor

Kandungan Gizi	Keterangan
Protein atau asam amino	Terkandung 20 asam amino yang bermanfaat bagi tubuh manusia yang terbagi ke dalam 9 jenis asam amino esensial.
Karbohidrat	Terdapat sekitar 3-13% karbohidrat didalam daun dan polong tanaman kelor.
Mineral (makroelemen)	Terdiri dari kalsium, magnesium, fosfor dan sulfur sebagai makroelemen.
Mineral (mikroelemen)	Terdiri dari zat besi, tembaga, zink, dan mangan sebagai mikroelemen.
Lemak	Terdiri dari lemak sayur seperti asam lemak, minyak omega-6 dan vitamin yang larut dalam lemak.
Vitamin	Sebagian besar kandungan vitamin didalam kelor berguna sebagai antioksidan. Terdiri dari vitamin C, E, F, K, dan provitamin A (beta-karoten), vitamin B kompleks (B1, B2, B3, kolin dan lainnya).
Klorofil	Terdapat kandungan magnesium didalam pigmen hijau pada tanaman kelor.
Pigmen lainnya	Terdapat pigmen dengan karakteristik antioksidan yaitu lutein dan karotenoid.
Hormon tanaman	Terdiri dari sitokin seperti zeatin yang mempunyai karakteristik anti-penuaan.

Kandungan fitokimia Terdiri dari quercetin, spesifik kaempferol dan lainnya yang bersifat antioksidan.

Kandungan sterol Berupa beta sitosterol pada spesifik tanaman kelor.

Sumber : (Citra, 2019)

Tubuh manusia yang terdiri dari susunan asam amino yaitu DNA dan RNA tentunya sangat membutuhkan asupan gizi yang dapat membantu setiap metabolisme dalam tubuh. Kekurangan asupan gizi dapat berdampak pada kesehatan tubuh manusia, salah satunya yaitu protein. Protein dapat tersusun dari asam amino yang apabila terjadi defisiensi maka dapat mempengaruhi otot dan jaringan tubuh manusia. Asam amino esensial merupakan asam amino yang terdapat pada tubuh berjumlah sekitar 9 yang berfungsi sebagai penyusun struktur. Asam amino esensial tidak dapat disintesis didalam tubuh oleh sebab itu hanya bisa diperoleh dari makanan. Tanaman kelor merupakan salah satu makanan yang mengandung semua jenis asam amino esensial diantaranya yaitu isoleusin, leusin, lisin, methionin, fenilalanin, threonin, triptofan dan valin. Menurut penelitian terdahulu ditemukan bahwa kandungan asam amino esensial didalam ekstrak daun kelor lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedelai (Citra, 2019). Berikut tabel perbandingan komposisi asam amino esensial pada ekstrak daun kelor dan kedelai.

Tabel 6.5. Perbandingan Komposisi Asam Amino Esensial pada Ekstrak Daun Kelor dan Kedelai

Asam Amino Esensial	Protein kedelai (mg/g protein)	Ekstrak daun kelor (mg/g protein)	Kebutuhan protein anak usia 2-5 tahun menurut FAO/WHO
Histidin	26	31	19
Isoleusin	49	51	28

Leusin	82	98	66
Lisin	63	66	58
Methionin + Sistein	26	21	25
Fenilalanin + Tirosin	90	105	63
Threonin	38	50	34
Triptofan	13	21	11
Valin	50	63	35

Sumber : (Citra, 2019)

Tanaman kelor mempunyai kandungan asam amino yang sangat dibutuhkan oleh tubuh khususnya otot, baik asam amino esensial maupun asam amino non esensial. Berikut kegunaan dari masing-masing asam amino esensial yang terdapat pada daun kelor.

Tabel 6.6. Kegunaan Asam Amino Esensial yang Terkandung dalam Daun Kelor

Asam Amino	Peranan Terhadap Fisiologis Tubuh
Isoleusin	<ul style="list-style-type: none"> - Asam amino esensial yang menyusun protein dan enzim dalam tubuh - Menstimulasi otak - Memulihkan kembali otot setelah latihan fisik - Mengatur kadar gula darah - Memfasilitasi zat besi untuk membawa hemoglobin
Leusin	<ul style="list-style-type: none"> - Asam amino esensial yang banyak digunakan di liver, lemak dan otot - Memfasilitasi biosintesis sterol di dalam tubuh - Menstimulasi pertumbuhan otot dan menghambat degradasi otot

Lisin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang berfungsi untuk pertumbuhan- Memproduksi karnitin yang berfungsi untuk mengubah asam lemak menjadi energi serta dapat menurunkan kolesterol- Membantu dalam proses absorpsi kalsium dan pembentukan kolagen- Bertugas dalam pembentukan antibodi, hormon, dan aringan ikat
Metionin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang berperan dalam mensuplai sulphur dan komponen lain yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dan pertumbuhan
Fenilalanin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang akan dirubah menjadi tirosin oleh tubuh- Bertugas dalam pembentukan protein dan neurotransmitter (L-dopa, epinefrin, norepinefrin, dan hormon tiroid)
Threonin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang bertugas meringankan beban liver dalam menurunkan kadar lemak, menjaga keseimbangan protein, mendukung fungsi kardiovaskular, liver, sistem saraf pusat, dan fungsi sistem imun- Bertugas dalam pembentukan kolagen, elastin, jaringan ikat dan jaringan otot
Triptofan	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial berperan dalam pertumbuhan bayi dan keseimbangan nitrogen pada orang dewasa- Digunakan dalam pembentukan vitamin B, niasin, dan neurotransmitter

	<ul style="list-style-type: none">- Mendukung sistem imun, mencegah insomnia, mengurangi kecemasan, depresi, dan menghilangkan migrane
Valin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang paling banyak terdapat di jaringan otot- Bertugas dalam mengatasi sindrom adiksi
Histidin	<ul style="list-style-type: none">- Asam amino esensial yang bertugas pada pertumbuhan dan perbaikan jaringan- Berperan dalam pembentukan sel darah merah dan sel darah putih- Melindungi tubuh dari kerusakan akibat radiasi dan detoksifikasi logam berat

Sumber : (Citra, 2019)

KREATIN KINASE

Salah satu indikator yang dapat digunakan sebagai tanda terjadinya kerusakan jaringan adalah *creatine kinase* (CK), hal ini dikarenakan CK merupakan enzim pertama kali yang dikeluarkan saat di dalam tubuh terjadi kerusakan jaringan. Sistem kreatin kinase (CK) mengandung isoenzim kreatin kinase dan transporter kreatin. Sistem ini penting untuk menyediakan energi di dalam otot sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas otot. Kreatin kinase mempunyai waktu paruh sangat pendek, aktivitasnya meningkat cepat puncaknya pada 6-12 jam dan kembali normal dalam 24-48 jam setelah injuri otot akut. Injuri otot yang persisten akan menyebabkan konsentrasi kreatin kinase tetap tinggi (Wallimann *et al.*, 2011).

Kadar enzim CK sebanding dengan derajat kerusakan jaringan dan seiring dengan proses penyembuhan luka, kadar enzim CK akan menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Minematsu *et al.*, yang menyatakan bahwa kadar CK dalam eksudat merupakan biomarker yang lebih sensitif dibanding CK serum untuk mengetahui derajat injuri jaringan otot bagian dalam (jaringan subkutan).

Enzim kreatin kinase (CK) berfungsi untuk mengkatalis fosforilasi kreatin. Sumber jaringan utama CK adalah otak dan otot polos (BB), otot jantung sekitar 20%. Enzim CK mempunyai konsentrasi tinggi di otot jantung tetapi sangat sedikit di otot skelet. Sistem kreatinin kinase (CK) didalamnya terkandung isoenzim kreatin kinase dan transporter kreatin dimana sangat berguna untuk memberikan energi pada otot sehingga dapat melakukan aktivitas (Saryono, 2014). Enzim CK merupakan suatu molekul dimerik yang terdiri dari sepasang monomer berbeda yaitu M (*Muscle* : berkaitan dengan otot) dan B (*Brain* : berkaitan dengan otak). Enzim CK bertugas untuk mengkatalis transfosforilasi secara reversible antara ATP dan fosfokreatin.

Kreatin kinase mempunyai peran untuk menyimpan ikatan energi tinggi didalam otot. Enzim CK dapat mengkatalis dari adenosine tri fosfat menjadi kreatin yang selanjutnya akan membentuk kreatin fosfat dan adenosine difosfat. Produksi kreatinin dapat terjadi secara spontan dan proporsional tergantung pada massa otot tubuh. Sel otot melakukan penyimpanan fosfat berenergi tinggi dalam bentuk kreatin fosfat dibandingkan dengan ATP. Hal tersebut dikarenakan jumlah ATP yang banyak dapat menjadi penghambat dalam proses penghasilan energi. Pada saat tubuh membutuhkan energi, metabolismenya akan dimulai pendonoran dari kreatin fosfat ke ADP dalam bentuk fosfat yang selanjutnya akan dihasilkan ATP sebagai sumber kontraksi otot (Saryono, 2014).

Kreatin akan disintesis dari ginjal dan berakhir di hepar. Campuran antara glisid dengan arginine akan terbentuk guanidoasetat yang nantinya akan dipindahkan ke hepar untuk dimetilasi oleh S-adenosil methionin untuk menghasilkan kreatin. Kreatin yang dihasilkan tersebut selanjutnya akan dibawa ke hepar untuk disebarluaskan di otot skelet, otot jantung dan otak melalui aliran darah. Kemudian kreatin akan bereaksi dengan ATP untuk menghasilkan kreatin fosfat. Berikut beberapa kondisi yang dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan kadar kreatin kinase, antara lain :

1. Peningkatan Besar

Peningkatan besar (5 kali lebih tinggi dari batas normal) : Distrofi otot Duchenne, polimiositis, infark miokardium akut (MCI akut).

2. Peningkatan Ringan

Peningkatan ringan – sedang (2-4 kali lebih tinggi dari batas normal) : Infark miokardium akut (MCI akut), cedera iskemik berat, olahraga berat, trauma, cedera serebrovaskuler CVA, tindakan bedah, delirium tremens, miopatik alkoholik, infark paru, edema paru (beberapa pasien), hipotiroidisme, psikosis agitatif akut. Pengaruh obat : injeksi IM, deksametason (Decadron), furosemid (lasix), aspirin dosis tinggi, ampicilin, karbenisilin, klofibrat (Riswanto, 2010).

Suplemen kreatin kemungkinan dapat mencegah terjadinya kelelahan otot yaitu dengan cara meningkatkan kreatin total otot, meningkatkan cadangan fosfagen otot (kreatin fosfat), meningkatkan resistensi kreatin fosfat selama fase pemulihan dan menekan degradasi adenine nukleotida dimana dapat turut serta menekan akumulasi asam laktat saat latihan (Balsom dkk, 1994; Engelhardt dkk, 1998; Mujika dkk, 1997; Vandebueire dkk, 1998; Williams dkk, 1998). Dalam membentuk kreatin fosfat bergantung pada kadar kreatin, kreatin kinase dan ATP ($\text{kreatin} + \text{ATP} \Rightarrow \text{kreatin fosfat} + \text{ADP}$). Konsentrasi ATP dan kreatin yang mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya cadangan energi pada otot yang sedang dalam fase istirahat, maka dapat mengakibatkan perpindahan gugus fosfat berenergi tinggi ke kreatin fosfat.

Kelelahan otot dapat disebabkan beberapa hal berikut, antara lain :

1. Terdapat masalah dengan ketersediaan energi. $\text{ATP} + \text{PC}$, glikolisa anaerobic.
2. Akumulasi hasil produk seperti H^+ + asam laktat.
3. Kegagalan mekanik otot dalam melakukan konsentrasi.
4. Perubahan sistem saraf.²¹

Pada saat terjadi kontraksi otot, maka ATP merupakan sumber energi yang bisa secara langsung dipakai untuk proses

kontraksi-relaksasi. Berikut terdapat tiga langkah berbeda proses kontraksi-relaksasi menggunakan ATP, yaitu :

1. Menguraikan ATP oleh ATPase myosin memperoleh energi yang digunakan untuk melakukan gerakan mengayun yang kuat.
2. Pengikatan molekul ATP ke myosin dapat memutus jembatan silang dari filament aktin yang menyebabkan siklus gerakan menjadi berulang.
3. Transportasi Ca^{2+} kembali ke retikulum sarkoplasma selama relaksasi bergantung pada energi yang berasal dari penguraian ATP.

Sumber utama yang dapat digunakan untuk penyusunan kembali ATP yaitu kreatin fosfat. Kemudian pada saat olahraga, kreatin fosfat akan diurai diantara kepala miosin dan aktin sehingga dapat menimbulkan kontraksi otot secara berkelanjutan. Sumber energi kedua yaitu glikogen asam laktat yang banyak tersimpan di dalam otot, kemudian diurai menjadi glukosa yang digunakan sebagai energi disebut juga dengan tahap glikolisis. Molekul glukosa dipecah menjadi 2 asam piruvat dan terlepasnya energi akan digunakan untuk membentuk ATP kembali. Sumber energi berikutnya adalah sistem aerobik dimana merupakan oksidasi bahan makanan (glukosa, asam lemak, dan asam amino) di dalam mitokondria sehingga dapat menghasilkan energi untuk mengubah AMP dan ADP menjadi ATP.

ATP merupakan sumber energi yang secara langsung digunakan saat terjadi kontraksi otot, sehingga kreatin fosfat sangat diperlukan untuk memproduksi kembali ATP. Apabila terjadi pengosongan simpanan kreatin fosfat, maka dapat berdampak pada kelelahan otot karena ATP tidak dapat diproduksi. Selain hal tersebut, kelelahan otot dapat disebabkan karena terjadinya penurunan pH intraseluler. Asam laktat yang merupakan hasil dari glikolisis anaerob bisa menurunkan pH intraseluler sebesar 0,5 sehingga dapat menyebabkan asidosis. Penelitian pada atlet menunjukkan bahwa terjadinya kelelahan otot sebanding dengan periode pengurangan glikogen otot. Oleh sebab itu diperlukan suplemen kreatin kinase untuk menunda terjadinya kelelahan otot pada atlet.

HUBUNGAN WHEY PROTEIN, KURMA DAN DAUN KELOR

Creatine kinase (CK) merupakan salah satu kerusakan jaringan. Enzim yang pertama kali dikeluarkan saat di dalam tubuh terjadi kerusakan jaringan adalah CK. Sistem kreatin kinase (CK) mengandung isoenzim kreatin kinase dan transporter kreatin. Sistem ini penting untuk menyediakan energi di dalam otot sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas otot. Kreatin kinase mempunyai waktu paruh sangat pendek, aktivitasnya meningkat cepat puncaknya pada 6-12 jam dan kembali normal dalam 24-48 jam setelah injuri otot akut. Injuri otot yang persisten akan menyebabkan konsentrasi kreatin kinase tetap tinggi (Wallimann *et al.*, 2011).

Penelitian single dose pemberian pangan bersumber BCAA dan antioksidan telah banyak dilakukan namun hasil masih menunjukkan inkonsisten. Beberapa penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan antara kelompok yang diberikan susu dan tidak diberikan susu terhadap kadar CK (Agroweb, 2017; Cidadi, 2016).

Olahraga berhubungan dengan kerusakan dan cedera akibat produksi ROS dan molekul peradangan lainnya. Pada kondisi tidak normal antioksidan dapat membantu menetralkan radikal bebas akibat stress oksidatif dan mempercepat proses pemulihan. Beberapa penelitian menunjukkan penggunaan antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, zinc, tembaga, magnesium, selenium, dan tanaman yang mengandung polyphenol yang memegang peranan penting dalam proses mengurangi radikal bebas yang terjadi akibat oksidatif stress (Citra, 2019).

Daftar Pustaka

- Agroweb., 2017. *Date Palm Seeds Proven Health Benefits*.
Cidadi, A., 2016. *Ramuan Herbal ala Thibun Nabawi : "Mengupas Pengobatan Herbal di dalam Thibun Nabawi."* Putra Danayu.
DAJ, C., SE, S., & MP, M., 2003. Treatment and Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness. *J Strength Cond Res*, 17, pp.197–208.
Harahap, N. S., 2014. Protein Dalam Nutrisi Olahraga. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 13(2), pp.45–54.

- Jahan, I.A., Hossain, M.H., Ahmed, K.S., Sultana, Z., Biswas, P.K., & Nada, K., 2018. Antioxidant Activity of *Moringa oleifera* Seed Extracts. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 18(4), pp.299–307.
- Kamawanti, S., 2014. *Pemanfaatan Potensi Daun Kelor (Moringa Oleifera) dan Air Kelapa (Cocos Nucifera L.) Untuk Penanganan Rehidrasi dan Periode Recovery Setelah Pertandingan Pada Atlet Sepak Bola*. Universitas Negeri Malang.
- Citra, K.A., 2019. Kandungan Nutrisi Tanaman Kelor. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8).
- Kim, J., Lee, C., & Lee, J., 2017. Effect of Timing of Whey Protein Supplement on Muscle Damage Markers After Eccentric Exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(4), pp.436–440.
- Li, L., Wong, S.H.S., & Sun, F.H., 2015. Effects of Protein Addition to Carbohydrate-electrolyte Solutions on Postexercise Rehydration. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 13(1), pp.8–15.
- M. M., I. M., B. S., F. K., M. H., K. J., K. M., & H. M., 2010. Comparison of Different Sources and Degrees of Hydrolysis of Dietary Protein: Effect on Plasma Amino Acids, Dipeptides, and Insulin Responses in Human Subjects. *Jurnal Agriculture Food Chemistry*, 58, pp.8788–8797.
- Poedjiadi, A., 2007. *Dasar-dasar Biokimia* (Edisi Revi). UI Press.
- Rahmadi, A., 2010. *Kurma*.
- Riswanto., 2010. *Pemeriksaan Laboratorium Creatinin Kinase*.
- Roberts, J.D., Tarpey, M.D., Kass, L.S., Tarpey, R.J., & Roberts, M.G., 2014. Assessing a Commercially Available Sports Drink on Exogenous Carbohydrate Oxidation, Fluid Delivery and Sustained Exercise Performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1).
- S, M.H., 2012. *Cara Sehat dengan Resep-resep Ajaib Herbal Islami*. Diva Press.
- Saryono., 2014. *Peran Enzim Kinase Sebagai Marker Dalam Penyembuhan Luka*. Purwokerto. UNSOED.
- Siddiqi, S.A., Rahman, S., Khan, M.M., Rafiq, S., Inayat, A., Khurram,

- M.S., Seerangurayar, T., & Jamil, F., 2020. Potential of Dates (*Phoenix dactylifera* L.) as Natural Antioxidant Source and Functional Food for Healthy Diet. *Science of the Total Environment*, 748.
- Wallimann, T., Tokarska-Schlattner, M., & Schlattner, U., 2011. The Creatine Kinase System and Pleiotropic Effects of Creatine. *Amino Acids*, 40(5), pp.1271–1296.
- Wolfe, R.R., 2006. Branched-Chain Amino Acids in Exercise. *Amino Acids*, 1, pp.525–528.
- Zen, A.T.H., Pertiwi, D., & Chodijah., 2013. Pengaruh Pemberian Sari Kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap Kadar Hemoglobin. *Sains Medika*, 5(1), pp.17–19.