

Pengembangan Tepung Labu Kuning, Tepung Ikan Gabus, dan Konsentrat Protein Kecambah Kedelai sebagai Bahan Penyusun Formula Enteral bagi Penderita Gagal Ginjal Kronik (Analisis Mutu Fisik, Kandungan Gizi, dan Kepadatan Energi)

Puti Mustika Swandayani¹, Agus Santoso², Yohanes Kristianto³

^{1,2,3}Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Malang, Jln. Simpang Ijen 37 Malang
(Email : puti.mustika07@gmail.com)

ABSTRACT

Background: Participation free radicals in biological processes have caused much damage in the human body including diseases chronic kidney failure (GGK). The number of sufferers of GGK is expected to continue to rise approximately 10 per year. One way to deal with it is to do a diet therapy through the granting of enteral formula for patients with GGK.

Objective : The purpose of this study is to analyze the effect of snakehead fish, sprout soybean protein concentrate, and pumpkin flour to the physical quality, energy density, and nutritional content of enteral nutrition formulas for patients with Chronic Kidney Disease (CKD).

Method: This type of research is experimental research laboratory with experimental designs "completely randomized design" using 4 levels treatment; P1, P2, P3, P4.

Results: Enteral formula P4 has the best treatment than the other enteral formula products for CKD patients with 89.13 % water solubility; viscosity 136.66 cp; osmolarity of 387.17 mOsm/l; energy density 2.04 Kal/ml; carbohydrate content 57.29% of total energy; protein content 8.38% of the total energy; fat content 34.33% of energy total; water content 6.47%; ash content 1.96%; Quality protein/SAA 100%.

Conclusion : Need a better packaging process so that the water content of CKD enteral formula can be stable.

Keywords : Chronic Renal Failure, Enteral Formula, Snakehead fish flour, Sprouts Soybean Protein Concentrate, Pumpkin Flour

ABSTRAK

Latar Belakang : Keikutsertaan radikal bebas dalam proses biologis telah menimbulkan banyak kerusakan pada tubuh manusia diantaranya penyakit gagal ginjal kronis (GGK). Jumlah penderita GGK diperkirakan akan terus meningkat sekitar 10% pertahun. Salah satu cara mengatasinya adalah dengan melakukan terapi diet melalui pemberian formula enteral bagi penderita GGK.

Tujuan: penelitian ini untuk menganalisis pengaruh proporsi tepung ikan gabus, konsentrat protein kecambah kedelai, dan tepung labu kuning terhadap mutu fisik, kepadatan energi, kadar dan mutu gizi formula enteral bagi penderita Gagal Ginjal Kronik (GGK).

Metode: Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen laboratorium dengan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 4 taraf perlakuan yaitu P1, P2, P3, P4.

Hasil: Formula enteral pengembangan P4 merupakan taraf perlakuan terbaik dalam produk formula enteral bagi penderita GGK dengan daya larut air 89,13%; viskositas 136,66 cp; osmolaritas 387,17 mOsm/l; kepadatan energi 2,04 Kal/ml; kadar karbohidrat dari total energi 57,29%; kadar protein dari total energi 8,38%; kadar lemak dari total energi 34,33%; kadar air 6,47%; kadar abu 1,96%; Mutu Protein/SAA 100%.

Kesimpulan: Perlu suatu proses pengemasan yang lebih baik sehingga kadar air formula enteral GGK dapat stabil.

Kata kunci : Gagal Ginjal Kronis, Formula Enteral, Tepung Ikan Gabus, Konsentrat Protein Kecambah Kedelai, Tepung Labu Kuning

PENDAHULUAN

Proses biologis yang melibatkan radikal bebas saat ini telah menunjukkan suatu dampak yang luas. Keikutsertaan radikal bebas dalam proses biologis telah menimbulkan kerusakan yang lebih besar pada tubuh dan menjadi suatu fenomena baru yang terjadi pada berbagai penyakit kronis antara lain diabetes mellitus, kanker, dan gagal ginjal kronis¹.

Gagal ginjal kronis (GGK) terjadi saat kondisi tingkat filtrasi glomerulus kurang dari 60 ml per menit per 1,73 m² yang berlangsung selama lebih dari atau sama dengan tiga bulan dengan atau tanpa adanya kerusakan ginjal yang nyata. Tanda dari GGK mungkin tidak akan terlihat sampai fungsi ginjal sudah rusak berat dan tidak dapat diperbaiki².

WHO memperkirakan di Indonesia akan terjadi peningkatan penderita GGK antara tahun 1995-2025 sebesar 41,4%. Jumlah penderita GGK akan terus meningkat dengan perkiraan pertumbuhan sekitar 10% setiap tahun. Penanganan GGK harus menggunakan dua terapi, yaitu terapi medis dan terapi diet. Penggunaan terapi medis bagi GGK sangat kompleks dan membutuhkan biaya yang besar. Terapi diet merupakan jalan efektif bagi pasien GGK.

Salah satu terapi diet yang biasa diberikan bagi pasien GGK adalah melalui pemberian formula enteral. Formula enteral untuk GGK di Indonesia umumnya masih tersedia dalam bentuk formula komersial dengan harga per gram protein yang relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan formula enteral lain. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi dalam penyelesaian masalah yang dapat memperingan beban pasien. Di sisi lain, terdapat banyak pangan lokal yang dengan melalui suatu tahap perencanaan dapat dimanfaatkan dalam pengembangan formula enteral GGK. Formulasi dari pangan-pangan lokal tersebut agar memiliki sifat fisik dan kimia sesuai prinsip formula diet GGK masih sangat diperlukan.

Syarat formula enteral GGK adalah kepadatan energi mencapai 2 Kkal/ml³. Kepadatan energi yang tinggi diperlukan karena adanya pembatasan atau retensi cairan dan mencegah pemecahan protein menjadi energi. Syarat untuk diet GGK adalah rendah protein, yaitu 0,6 – 0,8 gr/kg BBI⁴. Asupan protein diutamakan dari bahan makanan yang mengandung asam amino ketogenik (lysine dan leusine) dan BCAA (lysine, isoleusin, dan valin). Penambahan asam amino ketogenik dapat mempertahankan keseimbangan asam basa nitrogen sehingga terjadi perbaikan asidosis metabolik pada GGK⁵. Pangan lokal yang sesuai untuk memenuhi syarat diet GGK dalam formula enteral antara lain labu kuning, ikan gabus, dan kecambah kedelai.

Pemanfaatan labu kuning selama ini masih belum maksimal karena terbatas pada pembuatan cake atau puding. Alternatif lain dalam memanfaatkan labu kuning adalah dengan diolah menjadi tepung labu kuning⁶. Tepung labu kuning secara fisik berwarna kuning muda dan kuning tua, beraroma khas labu kuning, dengan

kadar air berkisar antara 9,42 – 12,73%⁷. Karbohidrat yang banyak ditemukan di dalam labu kuning adalah pati. Labu kuning juga mengandung enzim amilase untuk menghidrolisis pati menjadi maltosa dan dekstrin. Dekstrin merupakan sumber utama karbohidrat dalam *tube feeding*. Molekul dektrin yang lebih besar dari sukrosa dan glukosa menyebabkan pengaruh osmolaritas yang lebih kecil sehingga tidak mudah menimbulkan diare. Selain itu juga akan meningkatkan daya larut dan lebih mudah dicerna⁸. Karbohidrat yang tinggi dan mudah dicerna dalam labu kuning berfungsi untuk mencegah pasien GGK melakukan pemecahan energi dari sumber lain.

Gangguan lain yang umum terjadi pada penderita GGK adalah kadar albumin yang rendah sehingga dalam tatalaksana diet diperlukan penambahan asupan albumin. Rendahnya kadar albumin ini dapat ditanggulangi dengan penggunaan tepung ikan gabus yang kaya albumin. Selain kandungan albumin yang tinggi, ikan gabus juga merupakan sumber mineral *zinc* yang baik dalam meningkatkan nafsu makan penderita GGK. Kandungan albumin dan *zinc* dalam 100 ml ekstrak ikan gabus adalah 2,17 g dan 3,34 mg.

Penggunaan tepung ikan gabus sebagai sumber protein dipadukan dengan sumber protein lain yang juga tinggi asam amino ketogenik dan BCAA, yaitu kedelai. Asam amino esensial ditambahkan guna mencegah pemecahan protein tubuh yang akan mengurangi pembentukan hasil metabolisme yang mengandung nitrogen⁹. Selain itu, asam amino ketogenik dan BCAA juga membantu menghambat penurunan fungsi ginjal.

Meskipun tinggi akan protein, kedelai juga mengandung senyawa anti gizi antara lain antitripsin, hemaglutin/lektin, oligosakarida, dan asam fitat. Diperlukan suatu proses yang berfungsi untuk menginaktifkan zat anti gizi tersebut, yaitu melalui perkecambahan. Selain itu, proses perkecambahan juga memberi keuntungan karena membantu mengaktifkan zat gizi yang sebelumnya masih terikat sehingga meningkatkan mutu cerna¹⁰. Protein yang mudah diserap oleh tubuh penting bagi pasien yang mendapat diet rendah protein. Sehingga, walaupun pasien mendapat pembatasan protein, akan tetapi seluruh protein yang dikonsumsi mampu diserap maksimal oleh tubuh.

Berdasarkan fakta-fakta yang telah disajikan dalam latar belakang diperlukan suatu pengembangan formula enteral berbasis tepung labu kuning, tepung ikan gabus, dan konsentrat protein kecambah kedelai sebagai alternatif penanganan GGK menggunakan pangan lokal.

Tujuan umum penelitian ini adalah Menganalisis pengaruh proporsi tepung ikan gabus, konsentrat protein kecambah kedelai, dan tepung labu kuning terhadap mutu fisik, kepadatan energi, kadar dan mutu gizi formula enteral bagi penderita GGK. Tujuan khusus: 1) Menganalisis mutu fisik, kepadatan energi, dan kandungan gizi; 2) menentukan taraf perlakuan terbaik; 3) menganalisis mutu gizi yaitu SAA, MC, BV, NPU dan

PER perlakuan terbaik.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu formula enteral untuk penanganan penyakit GGK dengan harga yang bisa dijangkau masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah ke bawah.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 4 taraf perlakuan, yaitu proporsi bahan penyusun formula enteral GGK dengan kadar asam amino ketogenik dan BCAA sebagai dasar penetapan proporsinya. Setiap taraf perlakuan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali.

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2013 di :
1) Laboratorium Ilmu Teknologi Pangan (ITP) Poltekkes Malang untuk pengolahan tepung labu kuning, tepung ikan gabus, konsentrat protein kecambah kedelai, formulasi, dan analisis viskositas; 2) Laboratorium Kimia Poltekkes Malang untuk analisis kadar karbohidrat, protein, abu dan air; 3) Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Universitas Brawijaya Malang untuk analisis kadar lemak dan daya larut air; 4) Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang untuk analisis osmolaritas dan profil asam amino.

Tahapan penelitian: Pengolahan tepung ikan gabus, tepung konsentrat protein kecambah kedelai^{10, 11}, dan tepung labu kuning⁷. Mencampur bahan formula enteral GGK sesuai dengan taraf perlakuan dan unit eksperimen dengan *dough mixer* sehingga menjadi formula enteral instan dan dikemas untuk masing-masing unit.

Deskripsi produk oleh Tim Peneliti. Analisis mutu fisik: daya larut air menggunakan metode *Sentrifugasi Anderson*, Viskositas menggunakan *Viscotester*, dan Osmolaritas menggunakan *Osmometer*. Analisis kepadatan energi menggunakan faktor atwater. Analisis kandungan gizi : kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference*, kadar protein menggunakan

semi mikro kjeldahl, kadar lemak menggunakan *soxhlet extraction*, kadar air menggunakan metode oven, dan kadar abu menggunakan metode *Dry Ashing*. Analisis taraf perlakuan terbaik menggunakan indeks efektifitas. Analisis profil asam amino menggunakan metode HPLC.

Pengolahan dan analisis kepadatan energi, mutu fisik, dan mutu kimia formula enteral menggunakan analisis *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95%. Pengolahan dan analisis mutu gizi menggunakan Tingkat Kecukupan Asam Amino Esensial (TKAE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komposisi Formula Enteral GGK pada Tiap Taraf Perlakuan

Bahan	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Tp Labu Kuning (g)	22	22	22	22
Tp Ikan Gabus (g)	4,4	5,5	6,6	7,7
Konsentrat Protein Kec. Kedelai (g)	6,6	5,5	4,4	3,3
Minyak Kelapa (g)	15	15	15	15
Minyak Kedelai (g)	2	2	2	2
Gula (g)	20	20	20	20
Maltodekstrin (g)	30	30	30	30

Keterangan :

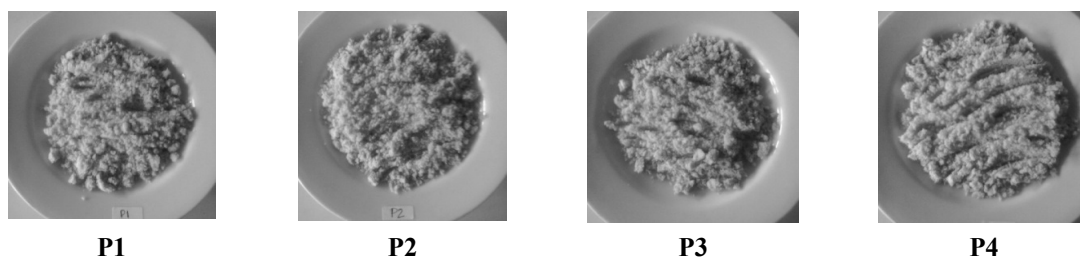
P1 (Tp. Ikan Gabus : Kons. P. Kec. Kedelai) = 40 : 60

P2 (Tp. Ikan Gabus : Kons. P. Kec. Kedelai) = 50 : 50

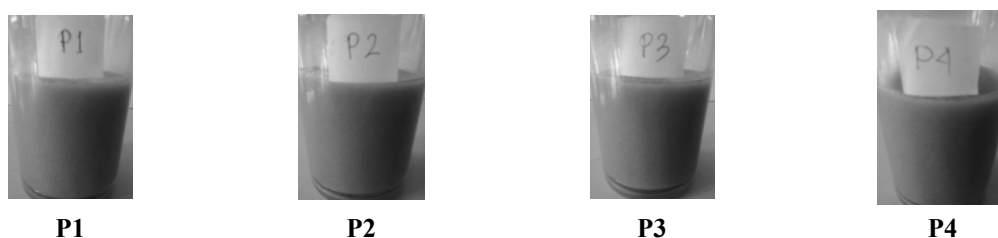
P3 (Tp. Ikan Gabus : Kons. P. Kec. Kedelai) = 60 : 40

P4 (Tp. Ikan Gabus : Kons. P. Kec. Kedelai) = 70 : 30

Formula enteral GGK hasil penelitian memiliki proporsi bahan penyusun sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Formula enteral GGK yang dihasilkan berbentuk serbuk dengan partikel kecil serta bertekstur halus. Aroma formula enteral GGK khas labu dengan kecenderungan rasa manis. Formula enteral GGK berwarna merah kekuningan seperti yang disajikan pada Gambar 1. Hasil seduhan formula enteral GGK mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Warna Formula Enteral GGK



Gambar 2. Warna Formula Enteral GGK saat Diseduh

Tabel 2. Rata-rata Viskositas Formula Enteral GGK pada Suhu 30°C

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Viskositas (cP)
P1 (40 : 60)	146,67 ^a
P2 (50 : 50)	143,33 ^a
P3 (60 : 40)	140,00 ^a
P4 (70 : 30)	136,66 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Viskositas formula enteral GGK pada suhu 30°C berkisar 130 – 150 cP. Hasil analisis statistik *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95% yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi tepung ikan gabus dan semakin rendah konsentrat protein kecambah kedelai memberikan pengaruh yang tidak signifikan ($p = 0,163$) terhadap penurunan viskositas formula enteral GGK.

Osmolaritas formula enteral GGK pada suhu 30°C berkisar antara 325,00 – 414,50 mOsm/L. Hasil uji statistik *Oneway Anova* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus memberi pengaruh tidak signifikan terhadap peningkatan osmolaritas formula enteral GGK ($p = 0,650$).

Tabel 3. Rata-rata Osmolaritas Formula Enteral GGK pada Suhu 30°C

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Osmolaritas (mOsm/L)
P1 (40 : 60)	363,17 ^a
P2 (50 : 50)	369,33 ^a
P3 (60 : 40)	385,00 ^a
P4 (70 : 30)	387,17 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4. Rata-rata Daya Larut Air Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Daya Larut Air (%)
P1 (40 : 60)	91,36 ^a
P2 (50 : 50)	88,71 ^a
P3 (60 : 40)	89,31 ^a
P4 (70 : 30)	89,13 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Daya larut air formula enteral GGK berkisar antara 88,21 – 96,36 %. Tabel 4 menunjukkan bahwa analisis statistik menggunakan *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95% diperoleh hasil yang tidak signifikan ($p = 0,495$).

Tabel 5. Rata-rata Nilai Energi Formula Enteral GGK Per 100 g

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Nilai Energi (Kalori)
P1 (40 : 60)	452,24 ^a
P2 (50 : 50)	453,79 ^a
P3 (60 : 40)	451,20 ^a
P4 (70 : 30)	452,45 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Kandungan energi formula enteral GGK per liter berkisar antara 448,17 – 455,07 Kalori. Namun demikian, analisis statistik *Oneway Anova* menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan konsentrat protein kecambah kedelai tidak memberikan perbedaan signifikan ($p = 0,495$) terhadap kandungan energi (Tabel 5).

Tabel 6. Rata-rata Kepadatan Energi Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kepadatan Energi (Kalori/ml)
P1 (40 : 60)	2,04 ^a
P2 (50 : 50)	2,04 ^a
P3 (60 : 40)	2,03 ^a
P4 (70 : 30)	2,04 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Hal yang sama juga ditemukan pada kepadatan energi formula enteral GGK. Hasil analisis *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan konsentrat protein kecambah kedelai tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan energi ($p = 0,201$). Kepadatan energi formula enteral GGK berkisar antara 2,02 – 2,05 Kalori/ml (Tabel 6).

Kadar karbohidrat formula enteral GGK berkisar antara 64,00 – 67,35 g/100g. Menurut hasil uji statistik *Oneway Anova* yang disajikan pada Tabel 7, peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan proporsi konsentrat protein kecambah kedelai tidak mempengaruhi penurunan kadar karbohidrat secara signifikan ($p = 0,428$). Rata-rata persentase karbohidrat formula enteral GGK dibandingkan total energi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Rata-rata Kadar Karbohidrat Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kadar Karbohidrat (g/100g)
P1 (40 : 60)	66,41 ^a
P2 (50 : 50)	65,19 ^a
P3 (60 : 40)	65,13 ^a
P4 (70 : 30)	64,82 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Tabel 8. Rata-rata Persentase Karbohidrat terhadap Total Energi Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Persentase Karbohidrat (%)
P1 (40 : 60)	58,74
P2 (50 : 50)	57,46
P3 (60 : 40)	57,74
P4 (70 : 30)	57,29

Tabel 9. Rata-rata Kadar Protein Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kadar Protein (g/100g)
P1 (40 : 60)	8,00 ^a
P2 (50 : 50)	8,78 ^a
P3 (60 : 40)	9,36 ^a
P4 (70 : 30)	9,48 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Tabel 10. Rata-rata Persentase Protein terhadap Total Energi Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Persentase Protein (%)
P1 (40 : 60)	7,08
P2 (50 : 50)	7,74
P3 (60 : 40)	8,30
P4 (70 : 30)	8,38

Kadar protein formula GGK berkisar antara 6,68 – 9,92 g/100g. Hasil analisis *Oneway Anova* dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa peningkatan kandungan protein dari P1 menuju P4 tidak signifikan ($p = 372$) (Tabel 9). Tabel 10 menyajikan rata-rata persentase protein formula enteral GGK dari total energi.

Tabel 11. Rata-rata Kadar Lemak Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kadar Lemak (g/100g)
P1 (40 : 60)	17,18 ^a
P2 (50 : 50)	17,55 ^a
P3 (60 : 40)	17,03 ^a
P4 (70 : 30)	17,26 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Tabel 12. Rata-rata Persentase Lemak terhadap Total Energi Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Persentase Lemak (%)
P1 (40 : 60)	34,18
P2 (50 : 50)	34,80
P3 (60 : 40)	33,96
P4 (70 : 30)	34,33

Kadar lemak formula enteral GGK adalah 16,40 – 17,87 g/100g. Hasil analisis statistik menggunakan *Oneway Anova* menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan proporsi konsentrat kecambah kedelai memberikan perbedaan yang tidak signifikan ($p = 0,460$) terhadap kadar lemak formula enteral GGK (Tabel 11). Rata-rata persentase lemak formula enteral GGK dari total energi disajikan pada Tabel 12.

Tabel 13. Rata-rata Kadar Air Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kadar Air (g/100g)
P1 (40 : 60)	6,32 ^a
P2 (50 : 50)	6,40 ^a
P3 (60 : 40)	6,43 ^a
P4 (70 : 30)	6,47 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Kadar air formula enteral GGK berkisar antara 6,20 – 6,57 g/100g. Analisa *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan proporsi konsentrat kecambah kedelai memberikan pengaruh yang tidak signifikan ($p = 0,491$) terhadap kadar air formula enteral GGK.

Tabel 14. Rata-rata Kadar Abu Kering Formula Enteral GGK

Taraf Perlakuan (Tp. Ikan Gabus:Kons. Protein Kecambah Kedelai)	Rata-rata Kadar Abu (g/100g)
P1 (40 : 60)	2,09 ^a
P2 (50 : 50)	2,08 ^a
P3 (60 : 40)	2,05 ^a
P4 (70 : 30)	1,96 ^a

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$)

Kadar abu formula enteral GGK berkisar 1,85 – 2,14 g/100g. Hasil analisis statistik *Oneway Anova* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus dan penurunan proporsi konsentrat protein kecambah kedelai tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($p = 0,209$) terhadap kadar abu formula enteral GGK (Tabel 14).

Tabel 15. Karakteristik Formula Enteral Gagal Ginjal Kronik P4

Karakteristik	Formula P4	Standar
Daya Larut Air (%)	89,13	100
Viskositas (cp)	136,66	-
Osmolaritas (mOsm/L)	387,17	350 – 400 ^a
Kepadatan Energi (Kalori/L)	2,04	$\geq 2^b$
Kadar Karbohidrat dari Total Energi (%)	57,29	50 – 60 ^a
Kadar Protein dari Total Energi (%)	8,38	6 – 8 ^a
Kadar Lemak Total Energi (%)	34,33	$\pm 30^c$
Kadar Air (g/100g)	6,47	$< 4^d$
Kadar Abu (g/100g)	1,96	$< 3,5^d$
Mutu Protein (%)	100	100 ^e

Sumber

- a) AsDi (2005)
- b) Malone (2005)
- c) Triyani K (2004)
- d) MP-ASI Bubuk Instan SNI 01 – 7111.1 – 2005
- e) Hardinsyah dan Drajat M (1989)

Hasil uji perlakuan terbaik menunjukkan bahwa mutu protein merupakan variabel yang paling penting. Selain itu, formula enteral GGK P4 merupakan formula enteral dengan taraf perlakuan terbaik. Tabel 15 menyajikan karakteristik formula enteral GGK P4 dibandingkan dengan standar.

Tabel 16. Hasil Uji Profil Asam Amino Formula Enteral GGK P4

Asam Amino	Profil Asam Amino (mg/g asam amino)
Asam aspartat	53,15
Treonin	18,15
Serin	15,09
Asam glutamate	85,02
Prolin	34,63
Glisin	59,45
Alanin	53,91
Valin	73,87
Metionin	23,16
Isoleusin	59,51
Leusin	114,18
Tyrosin	63,79
Fenilalanin	71,10
Histidin	43,21
Lisin	82,77
Argini	68,43
Triptofan	27,44
Asam aspartat	53,15

Tabel 17. Mutu Gizi Formula Enteral P4 dibandingkan Standar

Mutu Protein	Formula P4	Standar
SAA (%)	100	100 ^{*)}
Mutu Cerna teoritis (%)	92,88	$> 85^*)$
NPU teoritis (%)	92,88	70 ^{**)}
BV teoritis (%)	100	70 ^{**)}

Sumber: *) Hardinsyah (1989)

**) Sunita, A. (2003)

Tabel 18. Tingkat Kecukupan Asam Amino Ketogenik dan BCAA Formula Enteral GGK P4

Asam Amino	Formula P4 (mg/g protein)	Pola Kecukupan Asam Amino	Tingkat Kecukupan Asam Amino (%)
Lisin	82,77	16	517,29
Isoleusin	59,51	13	457,79
Valin	73,87	13	568,24
Leusin	114,18	19	600,93

Profil asam amino formula enteral GGK P4 disajikan pada Tabel 16. Berdasarkan profil asam amino tersebut, dapat dihitung mutu protein yaitu SAA, BV, NPU dan PER yang disajikan pada Tabel 17. Formula enteral GGK P4 juga telah memenuhi tingkat kecukupan asam amino ketogenik dan BCAA yang penting bagi pasien GGK yang disajikan pada Tabel 18. Pemberian formula enteral GGK P4 disebut dengan diet Rendah Protein (RP). Cara pemberian formula enteral GGK P4 berdasarkan pertimbangan jenis diet dan berat badan disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Cara Pemberian Formula Enteral GGK P4

Jenis Diet	BB Pasien (Kg)	E (Kal)	P (g)	Tiap 3 jam	Tiap 4 jam
				(ml/kali makan) 8 x makan	(ml/kali makan) 6 x makan
RP 35	40	1600	34	100	135
RP 40	50	2000	42	125	170
RP 50	60	2400	50	150	200
RP 60	70	2800	59	175	235

Catatan : Volume pada kolom ini dibulatkan dengan kelipatan 5 ml yang terdekat

Formula enteral GGK yang dihasilkan dari penelitian menunjukkan warna merah kekuningan seperti yang disajikan pada Gambar 1. Warna tersebut berasal dari warna salah satu bahan penyusun yaitu tepung labu kuning. Warna merah kekuningan labu kuning diperoleh dari kandungan beta karoten yang tinggi. Kandungan karotenoid dalam bahan makanan menyebabkan warna kuning kemerahan¹². Dengan adanya warna merah kekuningan membuat formula enteral GGK tampak lebih menarik. Aroma formula enteral GGK khas labu dengan kecenderungan rasa manis. Rasa manis tersebut diperoleh dari bahan penyusun formula enteral yang berupa gula dan maltodekstrin sebesar 50% dari total bahan yang digunakan.

Formula enteral GGK yang telah diseduh mengalami perubahan warna dari merah kekuningan menjadi kecoklatan. Perubahan warna ini diduga disebabkan karena reaksi *Maillard* yang terjadi saat penyeduhan menggunakan air panas. Reaksi *Maillard* adalah reaksi antara karbohidrat, khususnya gula-gula pereduksi, dengan gugus amina primer¹².

Perbedaan proporsi tepung ikan gabus dan tepung konsentrat protein kecambah kedelai tidak berdampak pada warna, aroma, dan rasa formula enteral GGK. Hal ini disebabkan karena proporsinya yang sedikit jika dibandingkan dengan bahan lainnya serta aroma serta rasa labu kuning yang dominan.

Viskositas formula enteral GGK cenderung menurun dari P1 menuju P4 sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Penurunan viskositas ini diduga karena kadar air formula enteral GGK yang cenderung meningkat (Tabel 13) dengan penambahan tepung ikan gabus. Peningkatan kadar air menyebabkan penurunan konsentrasi larutan sehingga menyebabkan viskositas semakin menurun. Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan¹³. Konsentrasi larutan merupakan banyaknya partikel zat terlarut tiap satuan volume. Semakin banyak partikel zat terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi. Penurunan viskositas formula enteral GGK mungkin juga disebabkan karena kandungan globulin pada protein kedelai yang mencapai 90%. Globulin merupakan protein yang tidak larut air dan mudah terkoagulasi karena pemanasan¹². Berdasarkan hal tersebut, diduga sebagian besar protein yang terkandung dalam konsentrat protein kecambah kedelai

adalah globulin dan membentuk gel dengan pemberian panas saat penyeduhan. Semakin rendah proporsi konsentrat protein kecambah kedelai akan membuat viskositas formula enteral GGK menjadi lebih rendah karena penurunan pembentukan gel. Meskipun ada kandungan globulin yang dapat membentuk gel, formula enteral GGK tersebut masih mampu melalui pipa dengan cara bolus.

Osmolaritas formula enteral GGK meningkat seiring dengan penambahan tepung ikan gabus. Jika dibandingkan dengan nephrisol, osmolaritas formula enteral GGK hasil penelitian masih dibawah osmolaritas nephrisol, yaitu 400 mOsm/L. Osmolaritas yang rendah pada formula enteral GGK disebabkan karena jenis karbohidrat yang terdapat dalam formula enteral adalah pati yang belum mengalami hidrolisa. Pati merupakan karbohidrat kompleks yang sukar larut dalam air. Semakin mudah cerna suatu partikel dalam formula enteral, maka semakin tinggi osmolaritasnya¹⁴. Meskipun osmolaritas formula enteral GGK masih di bawah formula standar, namun rata-rata osmolaritasnya masih sesuai dengan syarat osmolaritas formula enteral secara umum, yaitu antara 350 – 400 mOsm, dimana osmolaritas tersebut sama dengan osmolaritas cairan ekstraseluler¹⁴.

Bahan penyusun formula enteral GGK memiliki besar partikel yang relatif sama yang menyebabkan daya larut air antar perlakuan tidak mengalami perbedaan. Melarut tidaknya suatu zat dalam suatu sistem tertentu dan besarnya kelarutan, sebagian besar tergantung pada sifat serta intensitas kekuatan yang ada pada zat terlarut-pelarut dan resultan interaksi zat terlarut-pelarut. Kelarutan formula enteral GGK di dalam air sebagai pelarut menggunakan sistem dispersi koloidal disebabkan karena ukuran molekul protein sangat besar. Dispersi koloidal biasa terjadi pada partikel-partikel yang tidak begitu besar sehingga tidak dapat mengendap, namun juga tidak cukup kecil untuk membentuk suatu larutan, seperti pada protein.

Selain itu, pada formula enteral juga mengandung pati yang berasal dari tepung labu kuning. Pati memiliki partikel yang begitu besar dan kompleks sehingga sukar larut dalam air¹⁵. Pati juga merupakan partikel yang sukar larut dalam air sehingga menyebabkan daya larut formula rendah. Meskipun rata-rata kelarutan hanya $89,63 \pm 2,15$ %, namun formula enteral GGK ini memiliki kestabilan sehingga tidak mudah mengendap yang disebabkan karena adanya penambahan maltodekstrin sebesar 30%. Maltodekstrin dapat ditambahkan pada bahan makanan karena memiliki sifat-sifat tertentu yang salah satunya adalah sebagai bahan pembantu pendispersi sehingga larutan lebih stabil.

Kadar air formula enteral GGK diduga juga memberikan pengaruh terhadap daya larut air formula. Kadar air berhubungan dengan kemampuan bahan dalam mengikat air. Semakin tinggi kadar air formula enteral semakin rendah kemampuannya dalam mengikat air.

Kepadatan energi formula enteral telah sesuai dengan syarat formula enteral GGK yaitu mencapai 2 Kkal/ ml^3 . Kepadatan energi yang tinggi pada pasien GGK juga berfungsi untuk mencegah kejadian *undernutrition* yang sering terjadi pada berbagai penyakit. Kekurangan energi bagi pasien GGK sangat berbahaya karena dikhawatirkan akan terjadi katabolisme asam amino menjadi energi. Katabolisme asam amino melibatkan pelepasan gugus amina yang akan menghasilkan urea. Urea adalah produk akhir metabolisme nitrogen. Amonia, produk dari reaksi deaminasi oksidatif, memiliki sifat beracun meskipun dalam jumlah kecil dan harus dikeluarkan dari tubuh. Reaksi ini terjadi di hati dan kemudian urea diangkut ke ginjal dimana akan diekskresikan. Urea dalam darah diukur sebagai *Blood Urea Nitrogen* (BUN). Tingkat BUN mungkin meningkat pada kondisi gagal ginjal akut dan kronik karena adanya gangguan keseimbangan nitrogen dimana terjadi penurunan kemampuan ginjal dalam mengekskresi. Selain itu, kepadatan energi yang tinggi juga berfungsi karena adanya pembatasan cairan atau resistensi cairan pada pasien gagal ginjal kronik yang disebabkan gangguan difusi dan osmosis pada ginjal. Diharapkan dengan kepadatan energi yang tinggi, pasien tetap mendapat energi yang cukup dengan masukan cairan seminimal mungkin.

Persentase karbohidrat formula enteral GGK telah sesuai dengan kebutuhan karbohidrat bagi penderita GGK, yaitu sebesar 50 – 60 % dari total kalori¹⁶. Sumber karbohidrat utama yang digunakan dalam formula enteral ini adalah tepung labu kuning. Karbohidrat yang banyak ditemukan di dalam labu kuning adalah pati. Labu kuning juga mengandung enzim amylase yang berfungsi untuk menghidrolisis pati menjadi maltosa dan dekstrin. Dekstrin merupakan sumber utama karbohidrat dalam *tube feeding*. Molekul dekstrin yang lebih besar dari sukrosa dan glukosa menyebabkan pengaruh osmolaritas yang lebih kecil sehingga tidak mudah menimbulkan diare dan juga akan meningkatkan daya larut dan lebih mudah dicerna⁸. Kandungan karbohidrat yang tinggi dan mudah dicerna dalam labu kuning berfungsi untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, serta membantu metabolisme protein dan lemak bagi pasien GGK.

Kadar karbohidrat semakin menurun dengan bertambahnya proporsi ikan gabus. Hal ini disebabkan karena kandungan karbohidrat pada tepung ikan gabus lebih rendah jika dibandingkan kadar karbohidrat pada tepung konsentrat kecambah kedelai. Kandungan karbohidrat pada tepung ikan gabus adalah 0,98 g/100g, sedangkan pada tepung konsentrat protein kecambah kedelai adalah 17,6 g/100g. Oleh karena itu, peningkatan proporsi tepung ikan gabus berdampak pada penurunan kandungan karbohidrat formula enteral GGK.

Kandungan protein formula enteral GGK semakin meningkat seiring dengan penambahan proporsi tepung ikan gabus. Hal ini disebabkan karena kandungan protein dalam tepung ikan gabus lebih tinggi jika dibandingkan

dengan kandungan protein dalam tepung konsentrat protein kecambah kedelai. Kandungan protein dalam tepung ikan gabus adalah 79,35 g/100g, sedangkan dalam tepung konsentrat protein kecambah kedelai adalah 69 g/100g¹¹.

Kandungan protein formula enteral GGK telah sesuai dengan syarat diet GGK, yaitu kadar protein sekitar 6 – 8% dari total energi¹⁴. Diet rendah protein dapat menurunkan kadar urea nitrogen darah (BUN), mempertahankan keseimbangan nitrogen, bahkan menyebabkan keseimbangan nitrogen berubah dari negatif menjadi positif⁹. Diet rendah protein akan mengurangi potensi terbentuknya metabolik nitrogen yang toksis sehingga mengurangi gejala uremia dan menurunkan kejadian komplikasi metabolik⁵.

Kandungan protein formula enteral GGK berasal dari tepung ikan gabus. Ikan gabus merupakan salah satu bahan makanan dengan kandungan albumin yang tinggi. Protein ikan gabus segar mencapai 25,1% yang kaya akan asam amino esensial dengan kandungan albumin 6,224%¹⁷. Albumin yang tinggi pada ikan gabus bermanfaat untuk mengatasi gangguan albumin yang biasa terjadi pada pasien GGK. Hipoalbuminemia sering terdapat pada pasien GGK khususnya yang menjalani hemodialisis. Penurunan serum albumin ini disebabkan adanya sitokin-sitokin di sirkulasi darah dan inflamasi⁵.

Selain tepung ikan gabus, sumber protein formula enteral GGK juga berasal dari tepung konsentrat protein kecambah kedelai. Protein kecambah kedelai merupakan protein dengan nilai biologis tinggi dimana nilai *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) yang dimiliki senilai telur, kasein, dan susu yaitu satu¹⁸. Kedelai juga merupakan bahan makanan yang mengandung asam amino ketogenik dan BCAA. Profil asam amino protein kedelai berbeda dari kebanyakan protein hewani. Protein pada kedelai dapat mempengaruhi aliran darah ginjal dan laju filtrasi glomerulus penderita GGK¹⁹.

Formula enteral GGK yang dihasilkan memiliki kadar lemak yang telah sesuai dengan syarat diet GGK yaitu kadar lemak $\pm 30\%$ dari total energi¹⁶. Kadar lemak yang rendah ini diduga karena kadar lemak dari ikan gabus yang rendah.

Sumber lemak utama yang digunakan dalam formula enteral GGK ini adalah minyak kelapa dan minyak kedelai. Jenis lemak yang paling banyak ditemukan dalam minyak kelapa adalah *Medium Chain Triglyceride* (MCT). MCT merupakan asam lemak unik yang mempunyai rantai karbon dengan panjang dari C6 - C12 yang bersifat jenuh (asam kaproat, kaprilat, kaprat, dan laurat). Asam lemak dalam MCT lebih pendek daripada asam lemak C16 dan C18 yang banyak ditemukan serta mendominasi dalam minyak konvensional. MCT lebih polar daripada LCT, sehingga MCT lebih mudah larut di dalam air. MCT dimetabolisme di dalam tubuh dengan cara yang berbeda dengan LCT, karena pengaruh perbedaan kelarutannya di dalam air. MCT dimetabolisme seperti halnya karbohidrat. MCT lebih cepat terhidrolisa, lebih lengkap daripada LCT,

dan lebih cepat terserap. Sifat kelarutan MCT di dalam air yang lebih tinggi sehingga MCT dapat memasuki sistem sirkulasi, masuk ke dalam liver secara langsung melalui pembuluh darah balik (vena) dan dengan cepat dibakar menjadi energi, yang berarti MCT tidak tersimpan (tertimbun) di dalam jaringan tubuh. Sifat MCT yang tidak termetabolisme seperti lemak konvensional, dapat menjadi sumber energi yang baik bagi penderita GGK karena dapat membantu mencegah pemecahan protein dalam pemenuhan energi.

Penambahan minyak kedelai pada formula enteral GGK yang mengandung asam lemak linoleat dan linoleat berfungsi dalam menguatkan sistem imunitas tubuh. Asam lemak linoleat dan linoleat bekerja secara antagonis sebagai antiinflamasi dan proinflamasi. Asam lemak ini dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh melalui beberapa mekanisme antara lain mengubah komposisi membran fosfolipid dan melalui penetrasi. Kadar air sering dihubungkan dengan indeks kestabilan khususnya saat penyimpanan²⁰. Kadar air formula enteral GGK masih termasuk tinggi jika dibandingkan dengan standar kadar air pada MP-ASI bubuk instan yaitu tidak lebih dari 4 g/100g.

Tabel 13 menunjukkan bahwa kadar air formula enteral GGK meningkat dari taraf perlakuan P1 ke P4. Peningkatan kadar air ini diduga karena kandungan sukrosa dan maltodekstrin yang tinggi pada formula enteral GGK, sifat tepung labu kuning, dan adanya kontak antara formula enteral GGK dengan udara luar.

Kandungan sukrosa dan maltodekstrin pada formula enteral GGK mencapai 50% dari total bahan. Sukrosa dan maltodekstrin merupakan jenis karbohidrat yang mudah larut dalam air. Daya larut yang tinggi disebabkan karena sukrosa dan maltodekstrin mudah zat gizi yang mudah mengikat air.

Selain kandungan sukrosa dan maltodekstrin, tepung labu kuning merupakan tepung yang sangat higroskopis⁶. Bahan yang mengandung tepung labu kuning harus disimpan menggunakan plastik yang dilapisi *aluminium foil* sehingga udara dan sinar tidak dapat menembus wadah.

Masa tunggu sebelum pengujian kadar air selama dua minggu juga memungkinkan terjadinya pengikatan air oleh bahan. Selama masa tunggu sebelum pengujian, formula enteral GGK telah disimpan menggunakan plastik bening yang dilapisi dengan *aluminium foil*. Akan tetapi, penyimpanan ini belum maksimal karena kemasan tersebut masih belum kedap udara luar. Formula enteral GGK masih sering bersinggungan dengan udara luar saat dilakukan pengambilan sampel untuk berbagai pengujian.

Untuk menjaga agar kadar air bahan tetap stabil, selain menggunakan kemasan plastik yang dilapisi *aluminium foil*, juga diperlukan kemasan yang mampu menahan kontak udara luar dengan bahan. Pengemasan vakum adalah sistem pengemasan dengan gas hampa (tekanan kurang dari 1 atm) dengan mengeluarkan O₂ dari kemasan sehingga dapat menambah umur simpan²¹.

Plastik yang digunakan untuk pengemasan vakum adalah plastik yang memiliki permeabilitas O₂ rendah dan tahan terhadap bahan yang dikemas. Dengan pengemasan vakum membuang udara dari *head space* dalam kemasan dan dari produk itu sendiri, untuk mengurangi kerusakan oksidatif pada makanan. Pengemasan vakum dapat menghindari kontak bahan dengan udara sehingga kadar air bahan dapat terjaga.

Kadar abu formula enteral GGK cenderung semakin menurun dari P1 menuju P4. Kadar abu formula enteral GGK telah sesuai dengan standar kadar air pada MP-ASI bubuk instan, yaitu kurang dari 3,5 g/100g

Mineral-mineral yang diduga terkandung dalam formula enteral GGK antara lain adalah kalsium, zat besi, dan zinc. Proses perkecambahan pada kedelai menyebabkan mineral seperti kalsium dan zat besi dilepas dalam bentuk bebas sehingga mudah dicerna¹⁰. Perkecambahan juga berfungsi menurunkan kadar asam fitat yang dapat menghambat penyerapan kalsium, besi, dan zinc sampai batas ambang aman.

Diet rendah protein pada penderita GGK akan mengurangi produksi asam yang salah satu penanggulangannya adalah melalui pemberian natrium bikarbonat. Efek samping dalam pemberian natrium bikarbonat adalah kelebihan cairan dan penurunan serum kalsium. Untuk mengatasi hal itu, perlu pemberian kalsium pada penderita GGK. Selain itu, pemberian kalsium bagi penderita GGK berfungsi untuk mengatasi osteoporosis¹⁸.

Gangguan lainnya yang biasa terjadi pada penderita GGK adalah anemia. Anemia pada GGK sebabnya multifaktorial. Kehilangan darah dari traktus gastrointestinal, umur eritrosit yang pendek, kadar eritropoietin yang rendah, serta adanya faktor penghambat eritropoiesis bisa menjadi penyebab anemia pada GGK. Pemberian makanan dengan kandungan zat besi diharapkan dapat menjadi salah satu cara memperingan gangguan anemia yang muncul. Gangguan penurunan nafsu makan yang biasa terjadi pada pasien GGK juga bisa diatasi dengan adanya mineral zinc dari tepung ikan gabus karena mineral tersebut dapat membantu meningkatkan nafsu makan.

Hasil uji perlakuan terbaik menunjukkan bahwa formula enteral GGK P4 merupakan formula enteral dengan taraf perlakuan terbaik. Dari Tabel 15 dapat diketahui bahwa seluruh persyaratan formula enteral GGK telah terpenuhi kecuali kadar air. Kadar air formula enteral GGK masih tergolong lebih tinggi dari standar. Penyimpanan bahan makanan yang dikeringkan atau dikeringbekukan masih tergolong stabil bila kandungan airnya berkisar antara 5 – 15 %. Untuk mencegah kadar air yang semakin tinggi selama penyimpanan, bahan yang mengandung tepung labu kuning harus disimpan sedemikian rupa sehingga udara dan sinar tidak dapat menembus wadah⁶. Jenis pengemas yang sesuai untuk formula enteral GGK yang menggunakan tepung labu kuning adalah plastik yang dilapisi *aluminium foil*. Selain

itu, diperlukan pengemasan yang mampu mengurangi kontak formula enteral GGK dengan udara luar yaitu dengan pengemasan vakum. Pengemasan vakum adalah sistem pengemasan dengan gas hampa (tekanan kurang dari 1 atm) dengan mengeluarkan O₂ dari kemasan sehingga dapat menambah umur simpan²¹. Pengemasan vakum membuang udara dari *head space* dalam kemasan dan dari produk itu sendiri untuk mengurangi kerusakan oksidatif pada makanan. Penyimpanan juga harus dilakukan di tempat kering agar bahan lebih tahan lama.

Kepadatan energi formula enteral GGK P4 telah sesuai dengan syarat formula enteral GGK yaitu mencapai 2 Kkal/ml³. Kepadatan energi yang tinggi bagi penderita GGK sangat diperlukan untuk mencegah katabolisme protein menjadi energi yang dapat mengakibatkan keadaan *undernutrition*. Selain itu, kepadatan energi yang tinggi juga berfungsi karena adanya pembatasan cairan atau resistensi cairan pada pasien GGK. Persentase karbohidrat formula enteral GGK P4 juga telah sesuai dengan kebutuhan karbohidrat bagi penderita GGK, yaitu sebesar 50 – 60 % dari total kalori¹⁶.

Kandungan protein formula enteral GGK P4 sesuai dengan syarat diet GGK, yaitu kadar protein sekitar 6 – 8% dari total energi¹⁴. Diet rendah protein dapat menurunkan kadar urea nitrogen darah (BUN), mempertahankan keseimbangan nitrogen, bahkan menyebabkan keseimbangan nitrogen berubah dari negatif menjadi positif⁹. Diet rendah protein akan mengurangi potensi terbentuknya metabolik nitrogen yang toksis sehingga mengurangi gejala uremia dan menurunkan kejadian komplikasi metabolik⁵.

Hal ini telah sesuai dengan syarat diet GGK yaitu kadar lemak $\pm$ 30% dari total energi¹⁶. Jenis lemak yang paling banyak ditemukan dalam minyak kelapa dan minyak kedelai adalah *Medium Chain Triglyceride* (MCT), asam lemak linoleat, dan asam lemak linolenat. MCT dimetabolisme seperti halnya karbohidrat. MCT lebih cepat terhidrolisa, lebih lengkap daripada LCT, dan lebih cepat terserap. Sifat MCT yang tidak termetabolisme seperti lemak konvensional, dapat menjadi sumber energi yang baik bagi penderita GGK karena dapat membantu mencegah pemecahan protein dalam pemenuhan energi. Kandungan asam lemak linoleat dan linolenat berfungsi dalam menguatkan sistem imunitas tubuh. Asam lemak linoleat dan linolenat bekerja secara antagonis sebagai antiinflamasi dan proinflamasi. Asam lemak ini dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh melalui beberapa mekanisme antara lain mengubah komposisi membran fosfolipid dan melalui penetrasi sel²².

Selain telah sesuai dengan persyaratan formula enteral GGK, harga per gram formula enteral GGK P4 relatif lebih murah jika dibandingkan dengan formula enteral GGK komersial yang telah ada. Harga formula enteral GGK P4 per gram adalah Rp 193,00 sedangkan harga formula komersial GGK per gram adalah Rp 227,00. Harga formula enteral GGK yang lebih murah diharapkan dapat menjadi solusi bagi penderita GGK yang memiliki

keterbatasan dana.

Tabel 17 menunjukkan bahwa SAA formula enteral GGK P4 sudah lengkap tanpa adanya asam amino pembatas karena nilai TKAE lebih dari 100%. Tidak adanya asam amino pembatas disebabkan karena sumber protein yang digunakan dalam formula enteral GGK memiliki nilai biologis tinggi. Selain itu, mutu cerna formula enteral GGK juga telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu 85%²³. Mutu cerna adalah besar protein yang dapat diserap oleh tubuh dari keseluruhan protein yang telah dikonsumsi.

Formula enteral GGK P4 juga telah memenuhi standar NPU dan BV yaitu lebih dari 70%²⁴. Nilai NPU dan BV menunjukkan besarnya protein yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Nilai NPU dan BV juga dipengaruhi oleh mutu cerna suatu bahan. Proses perkecambahan pada kedelai telah meningkatkan mutu cerna protein kedelai karena menurunkan kadar asam fitat yang merupakan zat anti gizi sampai ke tingkatan yang tidak berbahaya. Selain itu, beberapa mineral seperti kalsium dan besi akan dilepas menjadi bentuk yang lebih bebas selama perkecambahan sehingga menjadi lebih mudah dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan¹⁰.

Syarat untuk diet GGK adalah rendah protein, diutamakan mengandung asam amino ketogenik (lysine dan leusine) dan BCAA (lysine, isoleusin, dan valin)⁴. Formula enteral GGK yang dihasilkan dalam penelitian juga telah mengandung asam amino ketogenik dan BCAA yang penting bagi penderita GGK. Hal ini diketahui dari Tabel 32 bahwa nilai TKAE ketogenik dan BCAA formula enteral GGK telah diatas 100%.

Pasien dengan GGK memiliki gangguan dalam metabolisme asam amino. Selain itu GGK juga menyebabkan keadaan asidosis yang mengakibatkan degradasi protein didalam otot bertambah. Gangguan metabolisme asam amino pada GGK merupakan salah satu penyebab kejadian *undernutrition* pada pasien GGK. Untuk menghasilkan sintesa yang memadai dibutuhkan asam amino baik essential maupun non essential⁵. Asam amino esensial harus ditambahkan guna mencegah pemecahan protein tubuh (*wasting*). Analog keto asam amino tanpa nitrogen dapat dipakai sebagai tambahan. Ini akan mengurangi pembentukan hasil metabolisme yang mengandung nitrogen⁹.

Dalam penyajiannya formula enteral dapat diberikan sebagai diet Rendah Protein 35, Rendah Protein 40, Rendah Protein 50, dan Rendah Protein 60 disesuaikan dengan berat badan pasien sebagaimana yang disajikan pada Tabel 19.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mutu fisik, kepadatan energi, dan kandungan gizi formula enteral GGK memiliki perbedaan yang tidak signifikan pada setiap taraf perlakuan. Hasil uji perlakuan terbaik menunjukkan bahwa formula enteral GGK P4 merupakan formula enteral GGK dengan taraf perlakuan terbaik. Daya larut air, viskositas, osmolaritas, kepadatan

energi, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, dan kadar abu formula enteral GGK P4 telah sesuai dengan syarat formula enteral GGK. Akan tetapi kadar air formula enteral GGK masih melebihi standar yang digunakan.

Dalam penyimpanan formula enteral GGK sebaiknya menggunakan wadah plastik dan diberi pelapis berupa *aluminium foil* serta menggunakan metode vakum agar lebih tahan lama dan menjaga agar kadar air bahan tetap stabil. Dalam penyajiannya formula enteral dapat diberikan sebagai diet Rendah Protein 35, Rendah Protein 40, Rendah Protein 50, dan Rendah Protein 60 disesuaikan dengan berat badan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mimic-Oka, Jasmina, dkk.. 2001. *Oxidative Modifications Of Plasma Proteins In Different Stage Of Chronic Renal Failure*. Facta Universitatis Series Medicine and Biology Vol. 8, No. 1, pp. 1 – 5.
2. Chadban, Steve, dkk.. 2007. *Chronic Kidney Disease (CKD) Management In General Practice*. Melbourne: Kidney Health Australia.
3. Malone, Ainsley. 2005. *Enteral Formula Selection : A Review of Selected Product Categories*.
4. Cano, N. J. M. 2006. *Application of Branched-Chain Amino Acids in Human Pathological States : Renal Failure*. Journal nutrition January 2006 vol 136 no. 1 299S-307S.
5. Ria, B. 2004. *Should we still Prescribe a reduction in Protein intake for CKD patients*.
6. Henny Krissetiana Hendrasty. 2003. *Tepung Labu Kuning Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius.
7. Puput, D. P. 2012. *Pengaruh Metode Blanching dan Suhu Pengeringan terhadap Kadar Beta Karoten dan Sifat Fungsional Tepung Labu Kuning*. Karya Tulis Ilmiah. Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang: Jurusan Gizi
8. Sunita Almatsier. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
9. Sidabutar, R.P, dkk. 1994. *Gagal Ginjal Kronik dalam Ilmu Penyakit Dalam Jilid II*. Jakarta: Gaya Baru.
10. Made Astawan. 2004. *Sehat Bersama Aneka Serat Pangan Alami*. Solo: Tiga Serangkai.
11. Deddy Muchtadi. 2009. *Prinsip Teknologi Pangan Sumber Protein*. Bandung: Alfabeta.
12. F.G. Winarno. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
13. Bird, T. 1994. *Kimia Fisik Untuk Universitas*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
14. AsDI. 2005. *Panduan Pemberian Makanan Enteral*. Jakarta: Jaya Pratama.
15. F.G. Winarno. 2008. *Teknologi Pangan*. Mbrion Press : Bogor.
16. Triyani Kresnawan. 2004. *Diet Rendah Protein dan Penggunaan Protein Nabati pada Penyakit Ginjal Kronik*.
17. Eddy Suprayitno. 2003. *Potensi Serum Albumin dari Ikan Gabus*. www.kompas.com.
18. Henderson, Jenna. 2010. *Dietary Considerations in Chronic Kidney Disease*. Natural Medicine Jurnal.
19. Anderson, James W. 2008. *Beneficial effects of soy protein consumption for renal function*. Asia Pacific Journal Clinical Nutrition.
20. Nuri, A.. 2011. *Analisis Pangan*. Jakarta : PT Dian Rakyat.
21. Yulnia Azriani. 2006. *Pengaruh Jenis Kemasan Plastik dan Kondisi Pengemasan terhadap Kualitas Mi Sagu Selama Penyimpanan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian.
22. Czechowicz, M. Dan Kowalski. *Effect of Parenteral Lipid Emulsions on Immune System Response*. Department of Clinical Immunology, Rheumatology, and Allergies, Medical University of Lodz.
23. Hardinsyah dan Drajat. 1989. *Menaksir Kecukupan Energi dan Protein serta Penilaian Mutu Gizi Konsumsi Pangan*. Wirasari : Jakarta.
24. Sunita Almatsier. 2007. *Penuntun Diet*. Jakarta: Gramedia