

5. PERBANDINGAN NUTRIEN, ZAT FUNGSIONAL DAN ANTI NUTRISI SERTA EFEK PENGOLAHAN PADA NUTRIEN, ZAT FUNGSIONAL DAN ANTI NUTRISI ANTAR KACANG

5.1. Perbandingan Nutrien Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecipir, Kara Oncet, dan Kacang Tanah

Pada Tabel 37. dapat dilihat perbandingan nutrien pada ke 5 kacang yang telah dijabarkan pada Bab 4. Tabel 37. merupakan gabungan dari Tabel 14, 19, 24, 28, dan 33 dengan keterangan dan sumber literatur yang serupa, namun kedua keterangan tersebut tidak akan dicantumkan pada Tabel 37. Hampir seluruh data kadar nutrien yang disajikan berdasarkan pada berat kering, selain itu akan diberi keterangan tambahan.

Pada Tabel 37. dapat dilihat bahwa urutan kandungan protein pada ke 5 kacang dari tinggi ke rendah hampir sama dengan urutan yang didapatkan pada perbandingan yang pertama kali dilakukan menggunakan panganku.org dan juga data USDA dalam Nutrisurvey. Kacang kedelai memiliki kandungan protein tertinggi berdasarkan data protein terendah (36,0 – 43,73%), kemudian diikuti oleh kacang lupin putih (30,6 – 46,3%), kacang kecipir (30,6 – 44,8%), kara oncet (29,40 – 31,90%), dan terakhir kacang tanah (23,5 – 27,57%). Maka dari itu, dapat dikatakan bahwa kelima kacang ini merupakan sumber protein nabati yang baik dari segi kandungan proteinnya.

Dari lima kacang tersebut, kacang yang memiliki kandungan lemak paling tinggi adalah kacang tanah (48,6 – 53,4%), kemudian kacang kedelai (36,0 – 43,73%), kacang kecipir (14,82 – 19,81%), lupin putih (7 – 14%), dan terakhir kara oncet (0,81 – 2,00%). Karena kandungan lemaknya yang tinggi, kacang tanah dan kacang kedelai banyak dibudidayakan untuk diambil minyaknya. Kacang dengan kadar asam lemak jenuh per total asam lemak terbanyak adalah kara oncet, kemudian kecipir, kacang tanah, kacang kedelai, dan lupin putih. Mengonsumsi banyak asam lemak jenuh dapat meningkatkan kolesterol LDL yang memiliki potensi menyumbat pembuluh darah (Tvrzicka et al, 2011). Meskipun memiliki persentase asam lemak jenuh dari total asam lemak tertinggi, kara oncet dan kecipir memiliki kandungan lemak yang rendah, jadi secara keseluruhan, kandungan asam lemak jenuhnya tidak banyak.

Asam lemak tak jenuh tunggal memiliki efek kesehatan yang lebih baik jika dikonsumsi, dibandingkan dengan asam lemak jenuh (Tvrzicka et al, 2011). Pada kacang-kacangan ini, yang memiliki kadar asam lemak tak jenuh tunggal per total asam lemak terbanyak adalah lupin putih, kacang tanah, kecipir, kara oncet dan terakhir kedelai. Sedangkan untuk asam lemak tak jenuh jamak per total asam lemak terbanyak adalah kedelai, kara oncet, kecipir, serta lupin putih dan kacang tanah yang kadarnya hampir serupa. Asam lemak tak jenuh jamak ini memiliki sifat antiaterogenik (melawan pembentukan plak lemak pada arteri) dan juga antitrombotik (mengurangi pembentukan gumpalan darah) (Tvrzicka, 2011). Dari penjelasan di atas, dapat dikatakan bahwa kacang kedelai memiliki kualitas lemak yang terbaik di antara kelima kacang tersebut.

Dari lima kacang yang dibahas, kara oncet memiliki kandungan karbohidrat tertinggi (41,55 – 54,60%). Selain itu, kacang lupin putih juga memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi namun dengan range kadar karbohidrat yang luas (27,1 – 59,42%), diikuti oleh kecipir (19,32 – 42,55%), kacang kedelai (22,98 – 25,06%), dan kacang tanah (17,03 – 23,4%). Dari karbohidrat tersebut, sebagian di antaranya merupakan serat pangan. Kacang tanah memiliki serat terendah, lalu diikuti kacang kedelai, kecipir dan kara oncet, dan tertinggi lupin putih. Mengonsumsi serat pangan memiliki banyak manfaat bagi tubuh, di antaranya adalah melancarkan buang air besar, menurunkan kolesterol, membuat kenyang lebih lama, dan menurunkan respons glikemik (Mudgil & Barak, 2013).

Kacang-kacangan ini juga kaya akan vitamin dan mineral. Kandungan mineral dalam kacang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan mineral tersebut saat penanaman. Untuk vitaminnya, seluruh kacang-kacangan ini tidak mengandung vitamin B12. Menurut Stabler (2013), vitamin B12 ini merupakan hasil sintesis oleh mikroorganisme dan masih dapat ditemukan dalam jumlah kecil, umumnya dalam makanan hewani. Maka dari itu, orang yang hanya mengonsumsi makanan nabati saja rentan kekurangan vitamin B12. Hal ini dapat diatasi dengan mengonsumsi suplemen vitamin B 12 >2 μ g atau makanan yang diperkaya dengan vitamin B12 (Stabler, 2013).

Tabel 37. Perbandingan Nutrien Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecipir, Kara Oncet, dan Kacang Tanah (*dry base*)

No	Nutrien	Kacang Kedelai	Lupin Putih	Kecipir	Kara Oncet	Kacang Tanah
1	Protein	36,0 – 43,73%	30,6 – 46,3%	30,63 – 44,8%	29,40 – 31,90%	23,5 – 27,57%
2	Lemak	18,0 – 23,15%	7 – 14%	14,82 – 19,81%	0,81 – 2,00%	48,6 – 53,4%
	Asam lemak jenuh	15,83% dari total asam lemak	10,47 – 11,47% dari total asam lemak	21,9% dari total asam lemak	18,47 – 24,41% dari total asam lemak	19% dari total asam lemak
	Asam lemak tak jenuh tunggal	23,15% dari total asam lemak	65,48 – 67,32% dari total asam lemak	38,6% dari total asam lemak	24,26 – 25,61% dari total asam lemak	57,9% dari total asam lemak
	Asam lemak tak jenuh jamak	60,93% dari total asam lemak	21,92 – 23,32% dari total asam lemak	36,9% dari total asam lemak	51,35 – 56,12% dari total asam lemak	22,6% dari total asam lemak
3	Karbohidrat	22,98 – 25,06%	27,1 – 59,42%	19,32 – 42,55%	41,55 – 54,60%	17,03 – 23,4%
	Pati	17,80%	27,7 g/kg	39,61% (<i>wet base</i>)	41,2 – 44,3%	*
	Total gula	*	*	16,14% (<i>wet base</i>)	3,5 – 4,4%	*
	Total serat pangan	6%	10,0 – 16,9%	3,24 – 12,9%	8,8 – 11,96%	2,8 – 4,4%
4	Abu (mineral)	4,31 – 6,62%	1,6 – 4,62%	4,90 – 5,26%	2,37 – 3,97%	2,0 – 3,5%
	Kalium	11,7 – 20,5 mg/100g	860,0 – 1230,0 mg/100g	464,78 mg/100 g	590,0 – 2810,0 mg/100g	575,24 – 611,21 mg/100 g
	Natrium	1,0 – 5,9 mg/100g	10 – 33 mg/100g	217,27 mg/100 g	25,85 – 30,49 mg/100 g	3,37 – 5,12 mg/100 g
	Kalsium	6,1 – 16,6 mg/100g	140,0 – 430,0 mg/100g	98,02 mg/100 g	160,0 – 390,0 mg/100g	43,71 – 62,58 mg/100 g
	Besi	*	5,0 – 9,0 mg/100g	*	2,44 – 7,35 mg/100 g	1,33 – 1,67 mg/100 g
	Magnesium	0,8 – 8,8 mg/100g	*	246,55 mg/100 g	0,18 – 0,23%	97,86 – 111,95 mg/100 g
	Fosfor	2,7 – 8,8 mg/100g	3,6 – 8,6 g/kg	*	0,15 – 0,29%	372,50 – 402,94 mg/100 g
5	Prekursor vitamin A (beta karoten)	222,0 µg/100g	1,12 µg/100 g	389,15 µg/100 g porsi dapat dimakan	196 µg/100 g	63,32 – 65,35 mg/100 g

No	Nutrien	Kacang Kedelai	Lupin Putih	Kecipir	Kara Oncet	Kacang Tanah
6	Vitamin B1 (Tiamin)	0,1 mg/100g	0,71 mg/100g	1,12 mg/100 g	0,133 – 0,555 mg/100 g	0,73 – 0,98 mg/100 g
7	Vitamin B2 (Riboflavin)	0,12 – 0,2 mg/100g	0,25 mg/100g	0,49 mg/100 g	0,290 – 0,333 mg/100 g	0,098 mg/100 g
8	Vitamin B3 (Niacin)	4,0 mg/100g	2,45 mg/100g	3,37 mg/100 g	2,249 – 2,832 mg/100 g	14,00 – 16,03 mg/100 g
9	Vitamin B5 (Asam pantotenat)	1,03 mg/100g	0,84 mg/100g	0,87 mg/100 g	0,225 – 0,976 mg/100 g	1,395 mg/100 g
10	Vitamin B6 (Piridoksin)	0,94 mg/100g	0,42 mg/100g	0,19 mg/100 g	0,104 – 0,366 mg/100 g	0,256 mg/100 g
11	Vitamin B9 (Folat)	220,7 – 267,1 µg/100g	396,38 µg/100 g	73 – 200 µg/100 g (wet base)	86 – 140 µg/100 g	1,450 mg/100 g
12	Vitamin C	34,8 – 88,7 mg/100 g	5,36 mg/100g	1,2 mg/100 g porsi dapat dimakan	1,4 – 3,7 mg/100 g	*
13	Vitamin E (total tokoferol)	18,19 – 32,22 mg/100g	6,3 – 11,9 mg/100g	*	*	20,54 – 35,16 mg/100 g
	α- tokoferol	*	0,067 – 0,165 mg/100g	*	0,05 mg/100 g	4,83 – 7,77 mg/100 g
	γ- tokoferol	*	6,1 – 13,0 mg/100g	1,38 – 14,61 mg/100 g	*	14,41 – 28,29 mg/100 g
	δ- tokoferol	*	0,105 – 0,255 mg/100g	*	*	0,26 – 1,07 mg/100 g

Keterangan : * = tidak ditemukan dalam literatur yang digunakan

5.1.1. Perbandingan Asam Amino Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecapir, Kara Oncet, dan Kacang Tanah

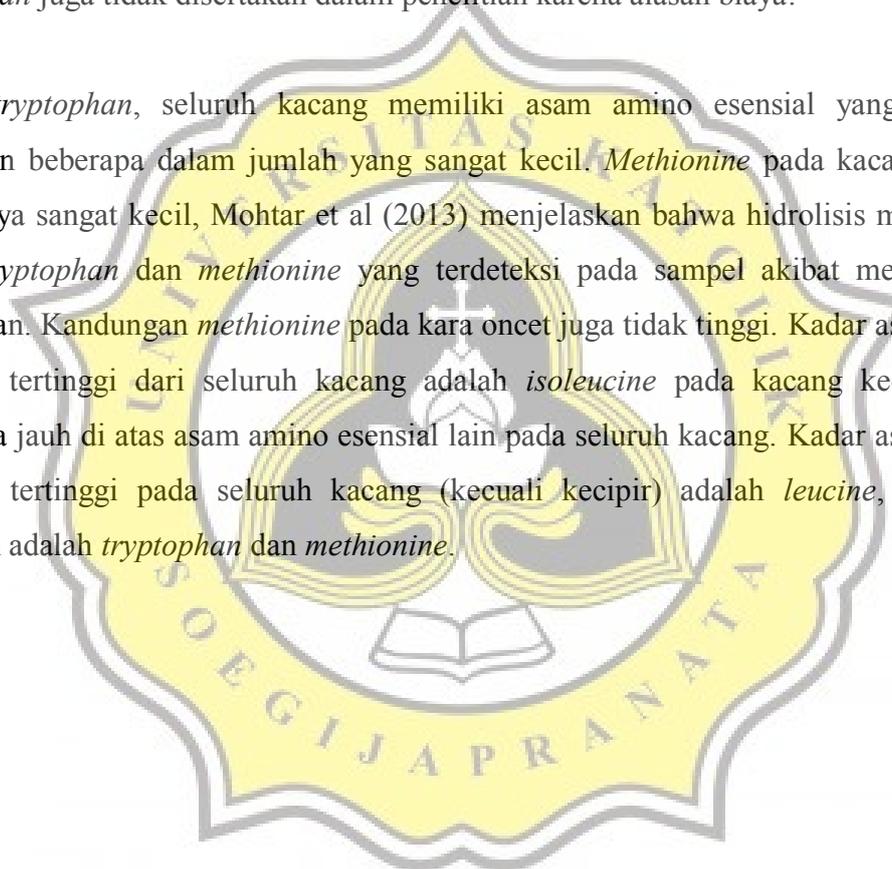
Tabel 38. Perbandingan Asam Amino Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecapir, Kara Oncet, dan Kacang Tanah

Asam Amino	% dari total protein				
	Kacang Kedelai	Lupin Putih	Kecapir	Kara Oncet	Kacang Tanah
Esensial					
<i>Leucine</i>	7,7	2,0 – 7,8	5,1	6,7–7,5	7,3- 7,5
<i>Lysine</i>	6,3	1,2 – 4,9	4,6	5,7–6,9	3,8 – 4,3
<i>Phenylalanine</i>	4,9	1,0 – 5,6	2,0	3,9–4,4	4,7 – 6,1
<i>Valine</i>	4,7	1,1 – 4,1	5,5	4,4–4,8	4,6 – 5,2
<i>Isoleucine</i>	4,6	1,3 – 4,3	24,8	3,9–4,3	4,2 – 4,3
<i>Threonine</i>	4,1	0,8 – 3,5	1,4	3,1–3,6	3,2 – 4,2
<i>Histidine</i>	2,6	0,5 – 3,3	1,0	2,3 – 3,0	2,4
<i>Tryptophan</i>	1,4	0,6 – 1,0	(tidak disebutkan)	(tidak disebutkan)	(tidak disebutkan)
<i>Methionine</i>	1,3	0,6 – 1,3	0,5	0,3–0,8	1,0 – 1,4
Non Esensial					
<i>Glutamic acid</i>	18,3	6,1 – 23,5	14,1	15–17,6	14,9 – 19,7
<i>Aspartic acid</i>	11,9	3,0 – 10,5	8,0	9,6–12,3	9,1 – 10,1
<i>Arginine*</i>	7,3	3,0 – 11,4	3,5	7,7–11,8	5,9 – 13,3
<i>Proline</i>	5,5	1,3 – 3,5	3,1	3,2–4,2	3,5 – 6,2
<i>Serine</i>	5,5	1,0 – 4,5	2,4	4,0–4,8	3,4 – 4,6
<i>Alanine</i>	4,5	0,8 – 3,2	3,1	3,6–4,1	3,7 – 4,6
<i>Glycine</i>	4,4	0,9 – 4,3	15,4	3,8–4,4	4,4 – 4,6
<i>Tyrosine*</i>	3,6	1,3 – 1,7	3,6	3,3–4,2	2,9 – 3,5
<i>Cysteine*</i>	1,5	0,6 – 1,9	2,1	0,9–1,2	1,0 – 1,4

Keterangan: * = terkadang dianggap esensial pada anak-anak hewan untuk menunjang pertumbuhan

Pada tabel 38 dapat dilihat bahwa pada kacang kecipir, kara oncet, dan kacang tanah tidak disebutkan kandungan asam amino *tryptophan*. Hal ini disebabkan karena *tryptophan* (dan *methionine*) merupakan asam amino yang sensitif terhadap metode hidrolisis yang digunakan dalam mendeteksi asam-asam amino pada kacang-kacangan pada penelitian Mohtar et al (2013) (kecipir). Pada penelitian Mortuza et al (2010) dan Schumacher et al (2011) (kara oncet), *tryptophan* memang tidak disertakan dalam penelitian dan juga merupakan asam amino yang jumlahnya sangat kecil pada kacang-kacangan. Pada penelitian Abdualrahman (2013) dan Adeyeye (2010) (kacang tanah) *tryptophan* juga tidak disertakan dalam penelitian karena alasan biaya.

Selain *tryptophan*, seluruh kacang memiliki asam amino esensial yang lengkap, meskipun beberapa dalam jumlah yang sangat kecil. *Methionine* pada kacang kecipir jumlahnya sangat kecil, Mohtar et al (2013) menjelaskan bahwa hidrolisis mengurangi kadar *tryptophan* dan *methionine* yang terdeteksi pada sampel akibat metode yang digunakan. Kandungan *methionine* pada kara oncet juga tidak tinggi. Kadar asam amino esensial tertinggi dari seluruh kacang adalah *isoleucine* pada kacang kecipir yang kadarnya jauh di atas asam amino esensial lain pada seluruh kacang. Kadar asam amino esensial tertinggi pada seluruh kacang (kecuali kecipir) adalah *leucine*, dan yang terendah adalah *tryptophan* dan *methionine*.



5.2. Perbandingan Zat Fungsional dan Anti Nutrisi Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecap, Kara Oncet, dan Kacang Tanah

Seluruh kacang-kacangan yang dibahas memiliki zat fungsionalnya masing-masing. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, zat fungsional adalah zat yang memiliki dampak positif bila dikonsumsi selain kandungan gizi dasarnya. Dari literatur-literatur yang digunakan, didapat bahwa kacang-kacangan mengandung zat seperti berbagai senyawa fenolik, polifenol, flavonoid, isoflavon, resveratrol, dan fitosterol. Ada juga beberapa senyawa anti nutrisi yang memiliki dampak positif bila dikonsumsi dalam jumlah kecil seperti saponin, tanin, fitat, dan inhibitor amilase.

Masing-masing kacang juga memiliki zat anti nutrisi, yaitu zat yang menurunkan pencernaan nutrisi dan dapat juga bersifat toksik. Pada kacang-kacangan yang telah dibahas, zat anti nutrisi yang ada antara lain adalah inhibitor protease (tripsin dan kimotripsin), fitat, asam fitat, tanin, saponin, lektin, *vicine*, *convicine*, hemagglutinin, dan alkaloid. Sayangnya jumlah kandungan zat fungsional dan anti nutrisi antar kacang sulit untuk dibandingkan karena tidak semua literatur yang digunakan memiliki data yang lengkap mengenai jumlah kandungannya. Selain itu, antara 1 literatur dengan literatur lainnya seringkali menggunakan zat pembanding yang berbeda-beda untuk zat fungsional maupun anti nutrisi yang sama. Maka dari itu dibuat Tabel 39 untuk membandingkan keberadaan zat fungsional dan anti nutrisi berdasarkan literatur yang digunakan dalam penulisan *review* ini.

Tabel 39. Perbandingan Keberadaan Zat Fungsional dan Zat Anti Nutrisi Antar Kacang Kedelai, Lupin Putih, Kecipir, Kara Oncet, dan Kacang Tanah

No	Senyawa	Kacang Kedelai	Lupin Putih	Kecipir	Kara Oncet	Kacang Tanah
Zat Fungsional						
1	Senyawa fenolik	+	+	+	+	+
	Flavonoid	+	+	+	+	+
	Isoflavon	+	-	*	*	+
	Resveratrol	*	*	*	*	+
2	Fitosterol	+	+	*	*	+
Zat Anti Nutrisi						
1	Inhibitor Protease	+	+	+	+	+
2	Fitat & Asam Fitat	+	+	+	+	+
3	Tanin	+	+	+	+	+
4	Saponin	+	+	*	*	+
5	Lektin	+	+	+	+	*
	Hemagglutinin	*	*	+	*	*
6	Alkaloid	*	+	*	*	*
7	<i>Vicine & Convicine</i>	*	*	*	+	*
Keterangan:						
	+	= ada				
	-	= tidak ada				
	*	= tidak ditemukan dalam literatur yang digunakan				

5.3. Efek Pengolahan pada Nutrien, Zat Fungsional, dan Zat Anti Nutrisi

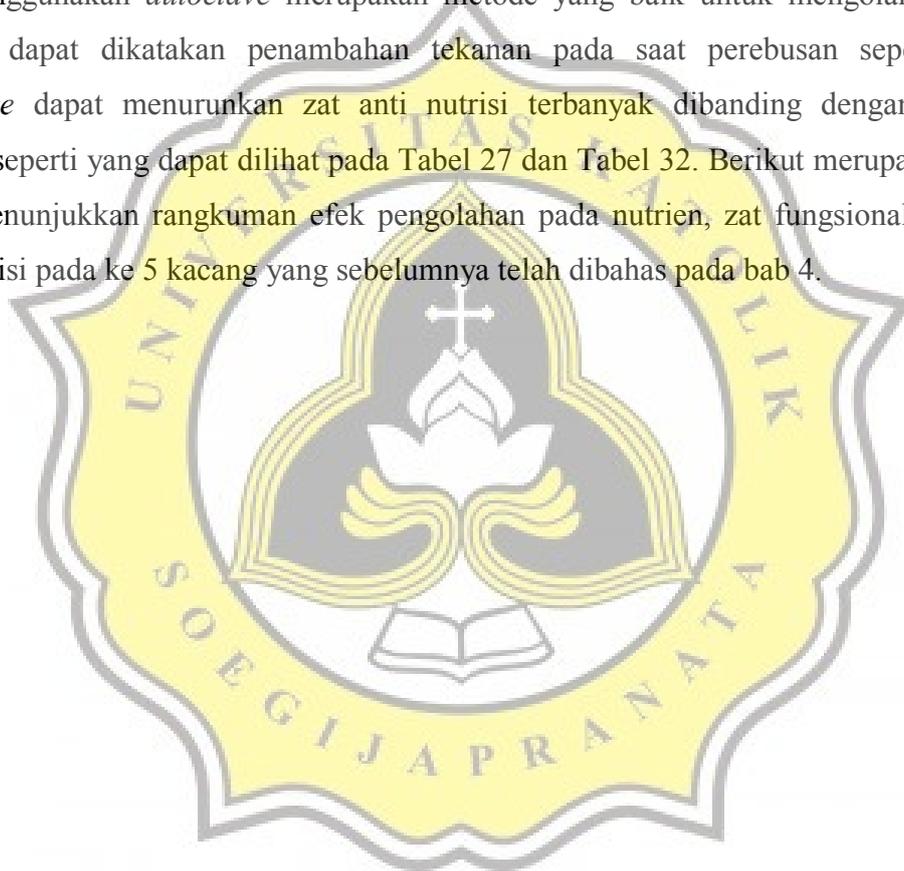
Pada Bab 4 sudah dijabarkan mengenai efek pengolahan pada nutrien, zat fungsional, dan zat anti nutrisi pada masing-masing kacang. Dari penjabaran tersebut, diketahui bahwa pemanasan dapat menurunkan kandungan-kandungan nutrien, zat fungsional, dan zat anti nutrisi, terutama ditambah dengan perlakuan perendaman dan/atau pemanasan dengan menggunakan media air. Hal ini dapat terjadi karena dalam kacang, terdapat zat-zat yang dapat larut dalam air seperti protein, pati, serat larut air, tanin, alkaloid, mineral, beberapa senyawa fenolik, dan juga vitamin larut air (Embaby, 2010; Erbas, 2010; Woumbo et al, 2017; Zhong et al, 2015). Selain itu, juga ada zat-zat yang dapat terdegradasi dan berubah akibat panas seperti senyawa fenolik, flavonoid, inhibitor protease, protein, asam fitat, alkaloid, hemagglutinin, dan lektin (Carvalho et al, 2013; Chen et al, 2019; Erbas, 2010; Luo & Xie, 2013; Sathe & Salunkhe, 1981; Siah et al, 2009; Zhong et al, 2015).

Pemanasan yang dimaksud adalah pengovenan, perebusan, penggunaan *autoclave* dan *microwave*, penggorengan dan pemanggangan, berdasarkan literatur yang telah digunakan. Pengovenan, pemanggangan, dan penggorengan merupakan metode pemanasan yang tidak menggunakan air sebagai media penyalur panasnya, sedangkan perebusan dan pengukusan menggunakan air sebagai media penyalur panasnya. *Microwave* menggunakan gelombang mikro yang dapat memanaskan air, sehingga dalam pemasakan kacang dengan *microwave* membutuhkan penambahan air. Pemasakan kacang dengan *autoclave* sebenarnya sama dengan perebusan, hanya saja alat ini memberikan tekanan yang tinggi pada saat pemasakan. Penggunaan suhu dan waktu pada metode pemanasan juga sangat berpengaruh pada zat di dalam kacang. Suhu yang tinggi dan waktu yang lama mampu menurunkan lebih banyak zat anti nutrisi (terutama inhibitor protease) tetapi juga dapat berdampak negatif pada nutrien dan zat fungsionalnya.

Penghilangan sekam merupakan suatu metode menghilangkan selaput atau sekam yang terdapat pada bagian luar kacang. Penghilangan sekam berarti menghilangkan zat-zat yang dikandung pada bagian sekam tersebut, seperti misalnya pigmen pada sekam

kedelai hitam dan juga serat pangan pada sekam. Selain itu, penghilangan sekam tidak banyak berpengaruh pada zat-zat lainnya, jadi metode ini tidak perlu untuk dilakukan.

Pemanasan dan perendaman (serta perebusan) dapat menurunkan nutrien-nutrien penting dan zat fungsional dalam kacang, namun akibat pengolahan tersebut, ketercernaan nutrien dapat meningkat karena zat-zat anti nutrisi pada kacang juga ada yang terdegradasi atau larut dalam air rendaman atau rebusan. Maka dari itu, perendaman dan pengolahan dengan panas (dengan atau tanpa air) seperti perebusan dan menggunakan *autoclave* merupakan metode yang baik untuk mengolah kacang. Bahkan dapat dikatakan penambahan tekanan pada saat perebusan seperti pada *autoclave* dapat menurunkan zat anti nutrisi terbanyak dibanding dengan metode lainnya seperti yang dapat dilihat pada Tabel 27 dan Tabel 32. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan rangkuman efek pengolahan pada nutrien, zat fungsional, dan zat anti nutrisi pada ke 5 kacang yang sebelumnya telah dibahas pada bab 4.



Tabel 40. Efek Pengolahan pada Nutrien, Zat Fungsional, dan Zat Anti Nutrisi Kelima Kacang

No	Metode Pengolahan	Efek Pengolahan
1	Perendaman	Penurunan: Kadar asam amino 7,4% Kadar abu 11,64% Kadar alkaloid 59,85% Kandungan inhibitor tripsin 58,49%
2	Fermentasi	Peningkatan: Kadar vitamin B9 65,46% Kadar <i>daidzein</i> 868,22% Kadar <i>glycitein</i> 1728,57% Kadar <i>genistein</i> 773,28% Penurunan: Kadar serat 9,66% Kadar abu 11,64% Kadar alkaloid 44,60%
3	Pengecambahan	Peningkatan: Kadar protein 4,63% Kadar asam amino bebas 111,50% Kadar beta karoten 80,18% Kadar vitamin B2 115,59% Penurunan: Kadar lemak 35,10% Kadar karbohidrat 12,39% Kadar serat 17,93%
4	Penghilangan sekam	Penurunan: Kadar serat pangan 25,40%
5	Microwave	Penurunan: Kandungan pati 14,16% Kandungan vitamin E 40% Aktivitas inhibitor tripsin 39,47% Aktivitas lektin 87,5% Kandungan saponin hingga >22% Kandungan fitat 11,8% Kandungan tanin 18,0%
6	Autoclave	Penurunan : Kadar lemak 55,06% Kandungan tanin 29,55% Kadar inhibitor tripsin 74,53% Aktivitas hemagglutinin 100% Aktivitas lektin 87,5%
7	Perebusan	Penurunan : Kadar protein 18,24% Kadar lemak 7,14% Kadar serat 19,31%

No	Metode Pengolahan	Efek Pengolahan
		Kadar abu 21,58% Kadar kalsium 10,73% Kadar alkaloid menurun 40,27% Kadar inhibitor tripsin 67% Kandungan fitat 51,95% Aktivitas lektin 87,5% Kandungan tanin 49,31 % Kandungan saponin 59,47%
8	Pengukusan	Penurunan: Kandungan polifenol 16,22%
9	Pemanggang	Penurunan: Kandungan flavonoid 100% Kandungan fitat 56,84% Kandungan tanin 51,34% Kandungan saponin 49,51% Kandungan inhibitor tripsin 7,69%
10	Pengovenan	Penurunan: Aktivitas inhibitor tripsin 100%
11	Penggorengan	Penurunan : Kadar karbohidrat 4,54% Kandungan <i>aglycone</i> 60,61%
12	Penghilangan sekam + perebusan	Penurunan: Kadar serat pangan 60,32%
13	Perendaman + perebusan	+ Penurunan Kadar protein 9,09% Kadar lemak 32,87% Kadar total gula 55,36% Kadar gula non pereduksi 61,7% Kandungan natrium 42,86% Kandungan magnesium 61,24% Kandungan kalium 69,45% Kandungan tiamin 70,29% Kandungan riboflavin 50% Kandungan niacin 77,16% Kandungan fenolik 65,15% Kandungan kandungan flavonoid 77,23% Kadar asam fitat 24,15% Kadar inhibitor tripsin 57,5% Kadar tanin 54,88% Aktivitas hemagglutinin 100%
14	Perendaman <i>autoclave</i>	+ Penurunan: Kadar asam fitat 38,5% Kadar inhibitor tripsin 75,3% Kadar tanin 48,53%
15	Perendaman <i>microwave</i>	+ Penurunan: Kadar asam fitat 19,35% Kadar tanin 42,28%

No	Metode Pengolahan	Efek Pengolahan
16	Perendaman + perebusan + penghilangan sekam	Penurunan: Kadar asam fitat 17,05% Kadar inhibitor tripsin 66,83% Kadar tanin 65,25%
17	Perendaman + autoclave + penghilangan sekam	Penurunan: Kadar asam fitat 17,7% Kadar inhibitor tripsin 70,1% Kadar tanin 68,15%
18	Perendaman + microwave + penghilangan sekam	Penurunan: Kadar asam fitat 15,8% Kadar tanin 60,2%

Pengecambahan dapat mengubah kandungan nutrisi, zat fungsional dan anti nutrisi pada kacang. Dampak pengecambahan di antaranya adalah perubahan pada protein, susunan asam amino, karbohidrat, abu, lemak, peningkatan kadar saponin (pada kacang kedelai), peningkatan vitamin B2 dan beta karoten (pada kacang kedelai), penurunan kandungan fenolik dan flavonoid (pada kacang kedelai), peningkatan kandungan isoflavon (pada lupin putih), penurunan kandungan asam fitat (pada lupin putih), (Abeshu & Kefale, 2017; Arnoldi & Greco, 2011; Huang et al, 2016; Kanetro, 2018; Luo & Xie, 2013; Woumbo et al, 2017).

Penggorengan merupakan pemanasan bahan makanan dalam minyak. Hal ini dapat mempengaruhi zat-zat yang larut dalam lemak dan menyebabkan berkurangnya zat-zat tersebut. Selain itu, kacang juga dapat menyerap minyak, sehingga kadar lemak dalam kacang akan meningkat. Beberapa zat yang larut dalam lemak contohnya adalah vitamin A, vitamin D, vitamin E, dan vitamin K. Bila minyak penggorengan menggunakan minyak yang sehat, maka berpotensi juga menambah kualitas gizi pada kacang.

Pengolahan terbaik adalah pengolahan yang tidak banyak mempengaruhi nutrisi dan zat fungsionalnya tetapi mampu menurunkan zat anti nutrisi di dalam kacang secara efektif. Berdasarkan tabel di atas, memang informasi mengenai masing-masing pengolahan tidak tersedia secara lengkap, beberapa zat yang mengalami perubahan tidak signifikan juga tidak dicantumkan. Dapat dilihat pada Tabel 40, bahwa perendaman dapat membantu menurunkan zat-zat anti nutrisi, namun tidak semuanya. Perendaman yang

dilakukan bersama dengan pengolahan yang lain seperti perebusan, *autoclave*, dan microwave lebih efektif daripada perlakuan yang sama tanpa perendaman. Perlakuan penghilangan sekam tidak banyak berpengaruh pada zat-zat di dalam kacang.

Penggunaan *autoclave*, dengan atau tanpa perendaman adalah perlakuan paling efektif dalam menurunkan kandungan inhibitor tripsin. Untuk menurunkan kadar asam fitat, yang paling efektif adalah perlakuan pemanggangan dan juga perebusan. Dalam menurunkan kadar tanin, yang paling efektif adalah kombinasi perendaman + perebusan + penghilangan sekam serta perendaman + *autoclave* + penghilangan sekam. Aktivitas hemagglutinin menurun 100% dengan perlakuan perendaman + perebusan serta *autoclave*.

Dalam review ini tidak banyak dibahas mengenai bioavailabilitas atau ketersediaan nutrisi dalam kacang-kacangan. Bioavailabilitas merupakan ketersediaan suatu nutrisi dalam penyerapannya yang dipengaruhi oleh enzim-enzim dalam pencernaan, adanya zat anti nutrisi yang mengganggu ketercernaan, serta kemudahan nutrisi tersebut untuk dicerna dan diserap. Untuk sementara berdasarkan hal-hal yang sudah dibahas pada bab 4, diketahui bahwa pengolahan dapat membantu meningkatkan bioavailabilitas nutrisi karena pengolahan menurunkan aktivitas zat anti nutrisi (terutama terjadi pada pengolahan menggunakan panas dan air) dan dapat memecah beberapa nutrisi menjadi lebih mudah dicerna (terutama terjadi pada pengolahan dengan fermentasi).