

Kajian Substitusi Kacang Komak (*Lablab Purpureus* (L.) Sweet) Terhadap Nasi Kecambah Sorgum Merah

Endah Wulandari*, Heni Radiani Arifin, Een Sukarminah, Elazmanawati Lembong, Devi Nurul Fadillah

Departemen Teknologi Industri Pangan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, 45363

*Penulis korespondensi: endah.wulandari@unpad.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v7.n3.23136>

Abstrak: Nasi sorgum memiliki nutrisi yang setara dengan nasi beras padi. Namun permasalahan yang terdapat dalam sorgum yaitu mengandung zat antinutrisi seperti tanin yang cukup tinggi dan memiliki kualitas protein rendah karena kurangnya kandungan lisin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan hubungan keeratan substitusi kacang komak terhadap daya cerna protein nasi sorgum merah. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis deskriptif (regresi korelasi). Percobaan terdiri dari 6 perlakuan yaitu dengan penambahan kacang komak sampai dengan 50% pada beras sorgum dan beras kecambah sorgum. Hasil penelitian ini menunjukkan nasi kecambah sorgum merah dengan penambahan kacang komak akan meningkatkan kadar tanin sebesar 0,189%. Kadar protein pada nasi kecambah sorgum merah sebesar 7,314%. Daya cerna protein pada nasi kecambah sorgum yaitu sebesar 57,605%. Terdapat hubungan yang sangat kuat antara substitusi kacang komak dan pengecambahan pada nasi sorgum merah dan dapat meningkatkan kadar protein dan daya cerna protein, dan menurunkan kadar tanin.

Kata kunci: nasi sorgum merah, kacang komak, protein, tanin, daya cerna protein

Abstract: *Sorghum rice has nutrients that are equivalent to rice. However, it contains antinutrients such as tannins which are quite high and have low protein quality because they contain lysine content. The purpose of this study was to determine the relationship between coma bean substitution with the digestibility of red sorghum rice protein. The research method used is descriptive analysis (regression evaluation). The experiment consisted of 6 agreements namely with the approval of up to 50% coma beans in sorghum rice and sorghum sprouts rice. The results of this study indicate that red sorghum rice sprouts with komak beans will increase tannin content by 0.189%. Protein content in red sorghum sprouts rice is 7.314%. The digestibility of protein in sorghum sprouts rice is equal to 57.605%. It can be concluded that this is a very strong contribution between substitution of coma beans and germination of red sorghum rice and can increase protein levels and digestibility, and reduce tannin levels.*

Keywords: *red sorghum rice, lablab beans, protein, tannins, digestibility protein*

PENDAHULUAN

Nasi merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Impor beras di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Untuk mengatasi ketergantungan terhadap beras salah satu solusi dalam pemenuhan kebutuhan selain beras tersebut yakni dilakukannya diversifikasi pangan. Tanaman alternatif yang dapat dimanfaatkan seperti sereal lain yaitu jagung, oat, barley, sorgum, dan yang lainnya (Sukarminah 2014). Biji sorgum mengandung nilai gizi yang cukup memadai sebagai bahan pangan dengan kandungan karbohidrat sebesar 83%, lemak 3,5% dan protein 10% (basis kering) (Mardawati dkk. 2010). Sorgum sebagai bahan pangan dengan kualitas nutrisi yang rendah karena

asam amino lisin yang rendah (Pelembe *et al.* 2002). Kandungan zat antinutrisi yang berupa tanin dalam sorgum dapat merugikan dimana tanin yang termasuk senyawa polifenolik dapat membentuk kompleks dengan protein yang sulit untuk diurai menjadi asam amino sehingga menurunkan mutu dan daya cerna protein (Suarni 2012), oleh karena itu, dilakukan cara untuk meningkatkan kualitas dari nasi sorgum tersebut yaitu dengan substitusi kacang komak dan dilakukan proses perkecambahan.

Penambahan kacang komak bertujuan untuk meningkatkan kadar protein nasi sorgum merah. Proses perkecambahan biji sorgum dilakukan untuk menurunkan kadar tanin dan meningkatkan daya cerna protein yang terkandung dalam nasi sorgum

merah. Kadar tannin sorgum dapat diturunkan dengan cara penyosohan, perendaman, perkecambahan, fermentasi dan perebusan (Suarni 2016). Proses perkecambahan pada kacang tunggak efektif mengurangi kadar tanin dan meningkatkan daya cerna proteinnya (Wijayanti dkk. 2015), maka dalam penelitian ini akan dianalisis apakah perkecambahan biji sorgum dapat pula meningkatkan daya cerna proteinnya.

Nilai cerna protein sebagai salah satu penentu kualitas protein yang terdapat dalam bahan makanan. Protein yang mudah untuk dicerna menunjukkan bahwa jumlah asam amino dapat diserap banyak, sehingga dapat digunakan oleh tubuh dalam jumlah yang tinggi. Dalam penelitian kali ini dilakukan metode *in vitro* yang menggunakan enzim-enzim pencernaan dan membuat kondisi pengujian seperti yang sesungguhnya mirip dalam pencernaan tubuh manusia (Saputro dkk. 2015).

Berdasarkan potensi tersebut sorgum diharapkan dapat dimanfaatkan menjadi nasi sorgum yang disubstitusi kacang komak untuk meningkatkan nilai gizinya, sehingga produk pangan yang akan dibuat adalah nasi sorgum merah tersubstitusi kacang komak.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah beras sorgum merah jenis Kultivar Lokal Bandung, kacang komak, follin denis, akuades, natrium karbonat jenuh, K_2SO_4 (merck), HgO (Merck), H_2SO_4 (merck), NaOH- $Na_2S_2O_3$, asam borat 3% (Merck), indikator metil merah, HCl 0,02 N, enzim pepsin, HCl 0,1 N, NaOH 0,5 N, larutan buffer fosfat 0,2 M (pH 8), natrium azida 0,005 M. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu labu ukur, rangkaian alat destilasi, spektrofotometer, batu didih, labu ukur, breaker glass, gelas ukur, wadah atau keranjang, kain hitam, kompor, labu erlenmayer, labu Kjeldahl, buret, pH meter, pipet tetes, pipet ukur, shaker waterbath, kertas saring, tabung sentrifugasi, neraca analitik.

Metode Penelitian

Perkecambahan biji sorgum merah dilakukan dengan mengkondisikan biji sorgum pada kadar air 21% kemudian disimpan dalam ruangan tertutup selama 72 jam pada suhu ruang. Biji sorgum yang telah menjadi kecambah kemudian di sosoh dengan mesin penyosoh selama 6 menit, sehingga dihasilkan beras kecambah sorgum merah.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan analisis secara deskriptif yang diikuti dengan metode regresi dan korelasi. Enam perlakuan rasio beras sorgum atau beras kecambah sorgum dengan kacang komak dan dilakukan ulangan sebanyak dua kali, yaitu A : beras sorgum dan kecambah sorgum merah 100% (b/b); B : beras sorgum dan kecambah sorgum merah : kacang komak = 90% : 10% (b/b); C

: beras sorgum dan kecambah sorgum merah : kacang komak = 80% : 20% (b/b); D : beras sorgum dan kecambah sorgum merah : kacang komak = 70% : 30% (b/b); E : beras sorgum dan kecambah sorgum merah : kacang komak = 60% : 40% (b/b); F : beras sorgum dan kecambah sorgum merah : kacang komak = 50% : 50% (b/b).

Analisis Kadar Tanin (AOAC 2005)

Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer didih, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 50 mL. Sampel yang telah ditambahkan akuades direfluks selama 30 menit dihitung sejak campuran akuades mendidih. Hasil refluks dipindahkan ke labu ukur 100 mL dan ditepakan menggunakan akuades. Setelah itu sampel disaring menggunakan ketas saring. Mengambil filtrat hasil penyaringan sebanyak 1 mL dan memasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, lalu ditambahkan follin denis sebanyak 1,25 mL, kemudian inkubasi sampel ditempat yang gelap selama 3 sampai 5 menit. Kemudian menambahkan natrium karbonat jenuh sebanyak 2,5 mL, lalu tepatkan dengan akuades, sampel dihomogenkan dan menginkubasi ditempat yang gelap selama 30 menit. Setelah itu, memindahkan hasil inkubasi kedalam kuvet untuk mengukur absorbansi menggunakan spektrofotometer.

Analisis Kadar Protein (AOAC 2005)

Sampel dimasukkan sebanyak 0,1 g, 0,04 g HgO, 0,9 K_2SO_4 dan 2 mL asam sulfat ke dalam labu kjeldahl, kemudian mendestruksi selama 3 jam. Setelah itu, memasukkan hasil destruksi, menambahkan NaOH $N_2S_2O_3$ dan akuades ke dalam rangkaian alat destilasi, menyiapkan erlenmeyer yang diisi dengan 15 mL asam borat 3% dan 3 tetes indikator metil biru yang digunakan untuk menampung hasil destilasi sampai volume mencapai 100 mL. Selanjutnya, dilakukan proses titrasi hasil destilasi menggunakan HCl 0,02 N sampai warna berubah dari hijau menjadi keunguan.

Analisis Daya Cerna Protein (Muchtadi 1993)

Sampel sebanyak 250 mg dimasukkan dalam labu erlenmeyer atau tabung sentrifugasi, HCl 0,1 N ditambahkan sebanyak 15 mL yang mengandung 1,5 mg enzim pepsin, campuran dalam tabung sentrifugasi dikocok dengan menggunakan shaker waterbath dengan kecepatan 50 rpm dan suhu 37°C selama 3 jam, larutan dinetralkan (pH 7) dengan NaOH 0,5 N yang diukur dengan pH meter kemudian % N = $\times 100\%$ ditambahkan 7,5 mL larutan buffer fosfat 0,2 M (pH 8) yang mengandung natrium azida 0,005 M dan 4 mg enzim pankreatin, larutan selanjutnya dikocok pada shaker waterbath dengan kecepatan 50 rpm dengan suhu 37 °C selama 24 jam, padatan yang diperoleh dari akhir penyaringan, disaring dengan kertas saring, berat padatan ditimbang, kemudian dianalisis kadar proteinnya (%)

protein sisa) dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl.

HASIL DAN PEMBAHASAN

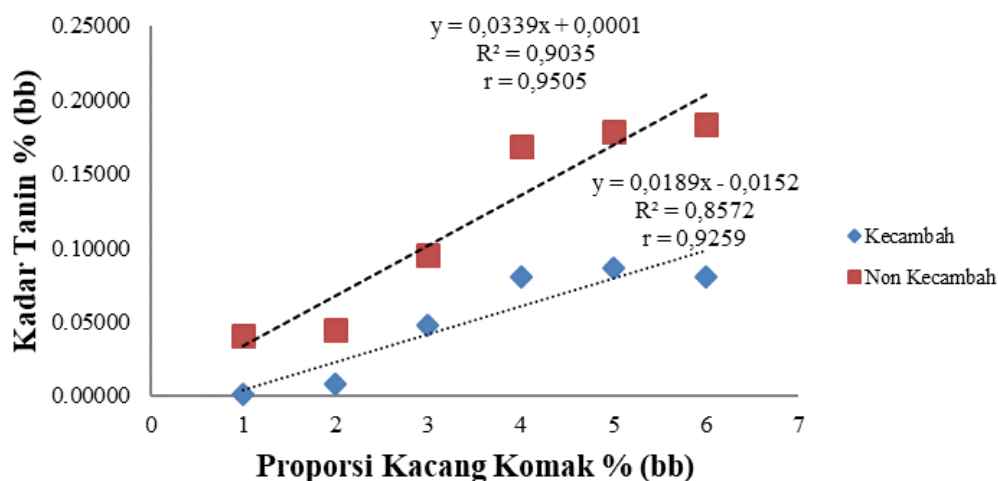
Kadar Tanin

Kadar tanin nasi sorgum merah dengan proses perkecambahan dan tanpa perkecambahan yang tersubstitusi kacang komak terdapat pada Gambar 1, menunjukkan bahwa setiap penambahan kacang komak pada nasi sorgum, kadar tanin semakin meningkat. Kadar tanin nasi kecambah sorgum merah memiliki kadar tanin yang lebih rendah dibandingkan tanpa adanya perkecambahan. Nilai slope yang positif menunjukkan peningkatan perbandingan nasi sorgum substitusi kacang komak akan meningkatkan kadar tanin pada nasi kecambah sorgum. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,93 menunjukkan penambahan kacang komak dalam perbandingan nasi kecambah sorgum terhadap kadar tanin memiliki hubungan yang sangat kuat karena nilai r mendekati 1. Nilai koefisien determinasi (R^2) pada nasi kecambah sorgum kacang komak sebesar 0,86 dengan arti 86% dipengaruhi oleh semakin banyak penambahan kacang komak hingga 50% akan meningkatkan kandungan tanin. Sedangkan sebanyak 14% dipengaruhi oleh faktor lain. Sedangkan, nilai koefisien determinasi (R^2) nasi sorgum kacang komak tanpa perkecambahan sebesar 0,9035 yang artinya sebesar 90,35% dipengaruhi oleh perlakuan perbandingan nasi sorgum kacang komak. Sedangkan sisanya yaitu sebesar 9,65% dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor yang dapat mempengaruhi antara lain varietas yang digunakan, adanya proses penyosohan,

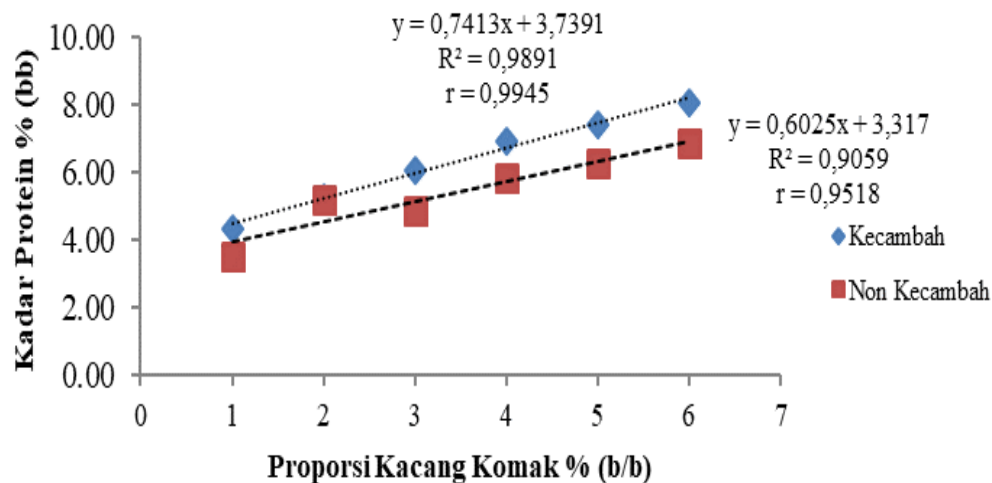
proses perkecambahan dan perendaman sebelum pemasakan.

Tanin merupakan zat antinutrisi yang harus direduksi atau diturunkan karena dapat menurunkan daya cerna protein dari nasi sorgum tersebut. Struktur tannin-protein memiliki molekul yang sangat besar, memiliki sejumlah gugus hidroksil dan memiliki banyak cincin hidrofobik yang cukup besar (Liu *et al.* 2019). Penurunan kadar tanin dapat dilakukan dengan perendaman dan perkecambahan. Proses perendaman akan melarutkan komponen seperti tanin, asam fitat, beserta zat yang dapat larut lainnya dengan ditandai dengan perubahan warna pada air perendaman dan berbuih pada permukaan, mekanismenya air lebih mudah masuk dalam sel biji yang disebut dengan imbibisi, tanin yang bersifat larut dalam air dapat merombak struktur tanin karena banyak mengandung fenol yang memiliki gugus OH yang berikatan dengan air yang bersifat polar menguraikan tanin sehingga tanin larut dan terbawa oleh air (Liu *et al.* 2016).

Tanin tersebut merupakan golongan senyawa fenol yang akan mengalami penurunan pada biji yang berkecambah dan dapat sekaligus digunakan sebagai sumber energi untuk perkecambahan sedangkan garamnya sebagai sumber kation proses perkecambahan (Suarni 2012). Perkecambahan setelah adanya proses perendaman akan mengurangi kadar tanin. Sesuai dengan penelitian Ojha *et al.* (2018) kadar tanin pada tepung sorgum dapat direduksi dari 3,1 mg/gram menjadi 2,6 mg/gram setelah sebelumnya dilakukan proses perkecambahan, penurunan tersebut disebabkan karena tanin dapat larut dalam air dan akan mengalami perombakan.



Gambar 1. Pengaruh proporsi kacang komak terhadap kadar tannin. Keterangan : 1. 0 %; 2 = Kacang Komak 10%; 3 = Kacang Komak 20%; 4 = Kacang Komak 30%; 5 = Kacang Komak 40%; 6 = Kacang Komak 50%



Gambar 2. Pengaruh proporsi kacang komak terhadap kadar protein nasi sorgum dan nasi kecambah sorgum. Keterangan: 1 = 0%; 2 = Kacang Komak 10%; 3 = Kacang Komak 20%; 4 = Kacang Komak 30%; 5 = Kacang Komak 40%; 6 = Kacang Komak 50%

Kadar Protein

Grafik hubungan antara perbandingan nasi kecambah sorgum dan nasi sorgum yang tersubstitusi kacang komak terhadap kadar protein ditunjukkan pada Gambar 2, menunjukkan nasi sorgum kecambah kacang komak menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa adanya perkecambahan. Nilai slope yang positif menunjukkan peningkatan perbandingan nasi kecambah sorgum substitusi kacang komak akan meningkatkan kadar protein pada nasi sorgum. Dimana setiap 10% penambahan kacang komak akan menyebabkan peningkatan kadar protein pada nasi kecambah sorgum merah. Nilai slope positif menunjukkan peningkatan perbandingan nasi sorgum substitusi kacang komak akan meningkatkan kadar protein pada nasi sorgum. Nilai r (koefisien korelasi) nasi kecambah sorgum kacang komak sebesar 0,99 menunjukkan bahwa perlakuan tersebut antara berbagai perbandingan nasi sorgum kacang komak perlakuan dikecambahkan dengan kadar protein memiliki hubungan yang sangat kuat. Nilai koefisien determinasi (R^2) nasi kecambah sorgum substitusi kacang komak sebesar 0,98 yang artinya 98% dipengaruhi oleh perbandingan nasi kecambah yang tersubstitusi kacang komak sisanya 2% dipengaruhi oleh faktor lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi kacang komak maka kadar protein semakin meningkat baik adanya proses perkecambahan ataupun tidak dikecambahkan, dimana kadar protein kacang komak sebesar 24,9% (Ahmad dkk. 2013) sedangkan protein dari sorgum sebesar 14,04% (Mardawati dkk. 2010).

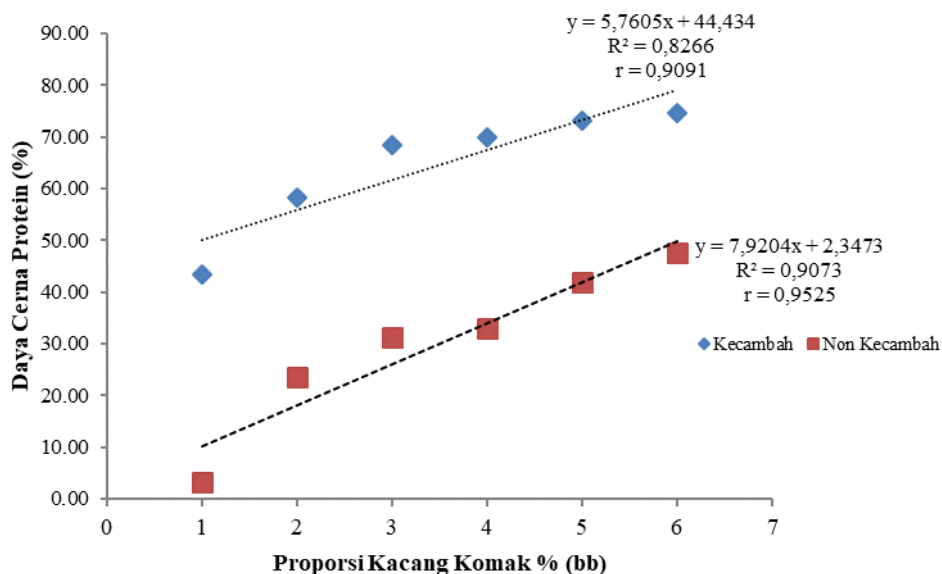
Proses perkecambahan akan meningkatkan kadar protein pada nasi sorgum merah substitusi kacang komak. Peningkatan protein akibat proses perkecambahan dapat disebabkan karena adanya

aktivitas proteolisis oleh enzim protease yang akan memecah ikatan peptida protein sehingga menyederhanakan struktur protein menjadi asam-asam amino (Dewar *et al.* 2015). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Saputro dkk. (2015) dalam pembuatan minuman fungsional berbahan dasar kacang komak dimana kadar protein dari sampel minuman tepung kecambah kacang komak sekitar 23,93% meningkat dari kandungan awalnya yaitu 21,5%. Menurut penelitian Osman (2007) kadar protein kecambah kacang komak akan meningkatkan sampai dengan 28,55% setelah dilakukan proses perkecambahan selama 5 hari.

Reaksi yang terjadi selama perkecambahan yaitu meliputi hidrolisis, oksidasi, dan sintesis (Narsih dkk. 2008). Asam – asam amino akan meningkat dimana peningkatan asam amino menyebabkan pengukuran kadar nitrogen pada asam amino sebagai penetapan kadar protein dengan metode Kjeldahl semakin meningkat (AOAC 2005) sehingga kadar protein nasi sorgum merah kacang komak juga meningkat. Menurut penelitian (Labuschagne 2018) dalam pembuatan tepung sorgum menyatakan bahwa dengan dilakukannya perkecambahan pada biji sorgum tersebut dapat meningkatkan kelarutan protein. Selain itu, menurut penelitian Dewar *et al.* (2015) perkecambahan biji sorgum merah selama 7 hari dapat meningkatkan kadar protein sebesar 8,4%.

Daya Cerna Protein

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan daya cerna protein dengan berbagai macam perbandingan nasi sorgum dan nasi kecambah sorgum yang tersubstitusi kacang komak. Gambar 3 menunjukkan bahwa setiap penambahan kacang komak pada nasi sorgum, daya cerna protein semakin meningkat. Daya



Gambar 3. Pengaruh proporsi kacang komak terhadap daya cerna protein nasi sorgum dan nasi kecambah sorgum. Keterangan: 1 = 0%; 2 = Kacang Komak 10%; 3 = Kacang Komak 20%; 4 = Kacang Komak 30%; 5 = Kacang Komak 40%; 6 = Kacang Komak 50%

cerna nasi kecambah sorgum lebih tinggi dibandingkan dengan nasi sorgum kacang komak. Nilai slope yang positif menunjukkan peningkatan daya cerna berdasarkan perbandingan nasi sorgum substitusi kacang komak akan meningkatkan daya cerna pada nasi sorgum. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,90 menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi mendekati 1 dimana antara perbandingan nasi kecambah sorgum kacang komak dengan daya cerna protein memiliki hubungan yang sangat kuat, sedangkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,95 menunjukkan bahwa antara perbandingan nasi sorgum kacang komak dengan daya cerna memiliki hubungan yang sangat kuat. Nilai koefisien determinasi (R^2) nasi kecambah sorgum kacang komak sebesar 0,83 yang artinya pengaruh perbandingan nasi sorgum kacang komak yaitu sebesar 83%, sedangkan sisanya yaitu 17% merupakan pengaruh dari faktor lain. Pada nasi sorgum tanpa perkecambahan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,91 yang artinya 91% dipengaruhi oleh perbandingan nasi sorgum kacang komak, sedangkan 9% dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor yang dapat mempengaruhi daya cerna tersebut antara lain yaitu kualitas biji dari varietas, aktivitas enzim dalam memecahkan komponen yang terdapat dalam bahan, kondisi saat pengujian, dan faktor lain yang tidak dapat diamati pada penelitian ini.

Kacang komak yang tersubstitusi sebanyak 10% dapat meningkatkan daya cerna protein pada nasi kecambah sorgum. Peningkatan daya cerna pada nasi kecambah sorgum berasal dari bahan baku yaitu kecambah sorgum merah dan penambahan protein kacang komak. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Osman (2007) dimana daya cerna kecambah kacang

komak meningkat dari 28,86% menjadi 81,29%, sedangkan, lama waktu perkecambahan 60 jam akan meningkatkan daya cerna protein sebesar 54,29% pada kacang merah. Perkecambahan pada kacang komak akan menurunkan asam fitat dan tanin sehingga dapat meningkatkan daya cerna protein sehingga kecambah kacang komak sangat potensial untuk meningkatkan nutrisi dari kacang tersebut dan mengurangi zat antinutrisi yang akan meningkatkan pemanfaatan

Peningkatan daya cerna protein dihubungkan dengan meningkatnya total protein, dan menurunnya kandungan zat antigizi pada proses perkecambahan. Total protein akan menjadikan protein berikatan dengan enzim pepsin semakin banyak dan akan menghasilkan daya cerna protein semakin tinggi. Peningkatan tersebut dapat disebabkan protein yang berubah menjadi bentuk asam amino yang mudah dihancurkan oleh enzim pepsin sehingga daya cerna semakin tinggi (Shumoy *et al.* 2018). Perkecambahan pada sorgum efektif mengurangi kadar tanin dan meningkatkan daya cerna proteinnya dimana enzim protease akan merombak protein menjadi peptida dan asam amino bebas sehingga terjadi peningkatan konsentrasi asam amino, seperti lisin, treonin, alanin dan fenilalanin sehingga senyawa yang terikat kuat dapat dilepaskan sehingga bentuknya lebih bebas dan mudah diserap oleh saluran pencernaan (Wijayanti dkk. 2015).

KESIMPULAN

Terdapat hubungan yang sangat kuat antara substitusi kacang komak dan perkecambahan pada nasi sorgum merah dan dapat meningkatkan kadar

protein dan daya cerna protein, dan menurunkan kadar tanin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran atas skema hibah Riset Fundamental Unpad 2018, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., Windrati W S., Pamungkas A., Subagio A. (2013). Tepung kaya protein dari koro komak sebagai bahan fungsional berindeks glikemik rendah. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(1): 1-6.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Dewar, J., Taylor, J.R.N. & Berjak, P. (1997). Effect of germination conditions, with optimised steeping, on sorghum malt quality—with particular reference to free amino nitrogen. *Journal of the Institute of Brewing*. 103(3): 171-175.
- Labuschagne, M.T., 2018. A review of cereal grain proteomics and its potential for sorghum improvement. *Journal of Cereal Science*. 84: 151-158.
- Liu, G., Gilding, E.K., Kerr, E.D., Schulz, B.L., Tabet, B., Hamaker, B.R. & Godwin, I.D. (2019). Increasing protein content and digestibility in sorghum grain with a synthetic biology approach. *Journal of Cereal Science*. 85: 27-34.
- Liu, H., Fan, H., Cao, R., Blanchard, C. & Wang, M. (2016). Physicochemical properties and *in vitro* digestibility of sorghum starch altered by high hydrostatic pressure. *International Journal of Biological Macromolecules*. 92: 753-760.
- Mardawati, E., Sukarminah, E., Onggo, T.M., Carmencita, T. & Indiarjo, R. (2010). *Pengolahan Biji Sorgum menjadi Aneka Produk Pangan*. Penerbit Pustaka Giratuna. Bandung.
- Muchtadi D. 1993. Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Narsih, Yuniarta, & Harijono. (2008). Studi lama perendaman dan lama perkecambahan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) untuk menghasilkan tepung rendah tanin dan fitat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9(3): 173 – 180.
- Ojha, P., Adhikari, R., Karki, R., Mishra, A., Subedi, U. & Karki, T.B. (2018). Malting and fermentation effects on antinutritional components and functional characteristics of sorghum flour. *Food Science & Nutrition*. 6(1): 47-53.
- Osman, M.A. (2007). Changes in nutrient composition, trypsin inhibitor, phytate, tannins and protein digestibility of dolichos lablab seeds (*Lablab purpureus* (L) sweet) occurring during germination. *Journal of Food Technology*. 5: 294-299.
- Peleme, L.A.M., Erasmus, C. & Taylor, J.R.N. (2002). Development of a protein rice composite sorghum-cowpea instant porridge by extrusion cooking process. *LWT- Food Science and Technology*. 35(2): 120-127.
- Saputro, D.H., Andriani, M.A.M. & Siswanti, S. (2015). Karakteristik sifat fisik dan kimia formulasi tepung kecambah kacang-kacangan sebagai bahan minuman fungsional. *Jurnal Teknosains Pangan*. 4(1): 10-19
- Shumoy, H., Pattyn, S. & Raes, K. (2018). Tef protein: Solubility characterization, *in-vitro* digestibility and its suitability as a gluten free ingredient. *LWT*. 89: 697-703.
- Suarni. (2012). Potensi sorgum sebagai bahan pangan fungsional. *IPTEK Tanaman Pangan*. 7(1): 58-66.
- Suarni. (2016). Peranan sifat fisikokimia sorgum dalam diversifikasi pangan dan industri serta prospek pengembangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(3): 99-110.
- Sukarminah, E. 2014. Kajian sifat biji sorgum putih varietas lokal Bandung serta pengaruh kadar air setelah *conditioning* dan lama penyosohan abrasif terhadap hasil beras sorgum. Distertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung
- Wijayanti, S.D., Widyaningsih, T.D. & Utami, D. (2015). Evaluasi nilai cerna *in vitro* sereal flake berbasis ubi jalar oranye tersuplementasi kecambah kacang tunggak. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(1): 31-40.