

# Pengaruh Lama Waktu Germinasi terhadap Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tepung Kacang Tolo (*Vigna unguiculata* L)

## *Effect of Germination Time on Physical Properties and Chemical Properties of Vigna unguiculata L*

Neo Ferdiawan\*, Nurwantoro, dan Bambang Dwiloka

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

\*Korespondensi dengan penulis (neoferdiawan@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 20 Mei 2019 dan dinyatakan diterima tanggal 5 Desember 2019. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui [www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/teknangan](http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/teknangan). eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

### Abstrak

Germinasi merupakan salah satu tahapan pengolahan yang dapat meningkatkan nilai gizi bahan. Tepung merupakan bahan pangan yang serba guna karena dapat dipakai ke dalam berbagai makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu germinasi terhadap morfologi, densitas kamba, kadar air, kadar protein kasar, dan kecerahan tepung kacang tolo. Pembuatan tepung kacang tolo tergerminasi dilakukan dengan cara perendaman, pencucian, germinasi selama 0, 8, 12 dan 24 jam, pengovenan, penepungan, dan pengayakan. Data pengujian densitas kamba, kadar air, kadar protein kasar, dan kecerahan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Morfologi diuji secara deskriptif kualitatif dan ditampilkan dalam bentuk gambar. Radikula menjadi lebih panjang selama proses germinasi. Terjadi peningkatan kadar protein kasar serta penurunan kadar air, densitas kamba dan kecerahan akibat lama waktu germinasi. Perlu adanya optimasi perlakuan untuk menghasilkan tepung kacang tolo tergerminasi dengan mutu yang baik. Jadi, lama germinasi mempengaruhi morfologi, kadar air, kadar protein kasar, densitas kamba dan kecerahan tepung kacang tolo tergerminasi

Kata kunci: kacang tolo, germinasi, tepung.

### Abstract

*Germination is one of processing stage that can increase the nutritional value of ingredients. Flour is a versatile food ingredients because it can be used in varied foods, This study aims to know the effect of germination time on morphology, bulk density, water content, crude protein content and lightness of Vigna unguiculata. Germinated Vigna unguiculata flour is made by soaking, washing, germination for 0, 8, 12 and 24 hours, drying, flouring and sifting. Bulk density, water content, crude protein content and lightness were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA). Morphology was analyzed in descriptive qualitative and shown in figures. Radicles become longer as long as germination time. There are increase in crude protein levels and decrease in water content, density and color as long as germination time. There needs an optimization of the treatment to produce the good quality of germinated Vigna unguiculata flour. So, the duration of germination affects the morphology, water content, crude protein content, bulk density, and lightness of germinated Vigna unguiculata flour.*

Keywords: *Vigna unguiculata*, germination, flour

### Pendahuluan

Negara-negara berkembang dan negara tropis mengalami peningkatan permintaan makanan kaya protein. Hal ini disebabkan karena jumlah penduduk yang semakin padat dan juga pola konsumsi masyarakat yang sadar akan pentingnya protein bagi tubuh, namun harga beberapa sumber protein terutama hewani yang mahal membuat masyarakat sulit mendapatkannya. Protein dikonsumsi untuk membentuk jaringan tubuh, mengatur proses dalam tubuh, dan memelihara jaringan yang ada. Kekurangan protein terutama bagi anak-anak dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan. Protein merupakan polimer heterogen molekul-molekul asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor (Purwoko dan Handajani, 2007). Fungsi utama protein adalah untuk membentuk jaringan baru, mempertahankan jaringan yang telah ada dan sebagai zat pengatur proses metabolisme tubuh (Arif dan Budiyo, 2014). Protein dapat dicerna dengan baik apabila dalam bentuk yang sederhana. Perkecambahan kacang-kacangan mampu meningkatkan aktivitas protease yang dapat menghidrolisis protein sehingga mengandung peptida sederhana dan asam amino bebas (Kanetro dan Setyowati, 2013).

Kacang-kacangan merupakan sumber protein nabati yang murah dalam pemenuhan kebutuhan protein pada manusia. Kacang-kacangan atau legum kaya akan kandungan karbohidrat, menurunkan kolesterol, serat tinggi, rendah lemak, tinggi konsentrasi asam lemak tak jenuh. Selain vitamin B kompleks, mineral, dan serat, kacang-kacangan merupakan sumber utama protein dan kalori. Karena aplikasi yang terbatas dan pendeknya umur simpan yang dimiliki *leguminosa* dalam bentuk mentah, maka perlu dilakukan penepungan untuk memudahkan aplikasinya sebagai *ingredient* pangan. Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena lebih tahan disimpan atau dapat memperpanjang umur simpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (fortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis.

Upaya untuk meningkatkan kandungan protein yang dapat diserap oleh tubuh salah satunya dengan germinasi. Germinasi merupakan permulaan aktivitas pertumbuhan embrio yang ditandai dengan pecahnya kulit biji dan munculnya calon individu tanaman baru. Dibandingkan jenis pengolahan lainnya, germinasi memiliki kelebihan yaitu tidak merusak asam amino pada bahan serta tidak memengaruhi sifat-sifat organoleptik produk jadi. Reaksi yang terjadi selama perkecambahan yaitu hidrolisis, oksidasi, dan sintesis (Mardiyanto dan Sudarwati, 2015). Peningkatan zat-zat gizi kacang pada umumnya mulai tampak kira-kira 24 – 48 jam saat perkecambahan. Perkecambahan secara umum dapat meningkatkan karakteristik fungsional dan nilai nutrisi dari kacang-kacangan. Kandungan zat gizi pada biji sebelum dikecambahkan berada dalam bentuk tidak aktif (terikat), setelah perkecambahan bentuk tersebut diaktifkan sehingga meningkatkan daya cerna bagi manusia. Germinasi atau perkecambahan meningkatkan daya cerna karena berkecambah merupakan proses katabolis yang menyediakan zat gizi penting untuk pertumbuhan tanaman melalui reaksi hidrolisis dari zat gizi cadangan yang terdapat di dalam biji. Reaksi hidrolisis diawali dengan imbibisi air pada saat biji kontak dengan air. Imbibisi air memicu enzim-enzim endogen aktif salah satunya protease. Protease menghidrolisis protein dengan berat molekul tinggi menjadi peptida dan asam amino dengan berat molekul rendah, sehingga protein sederhana tersebut menjadi lebih mudah dicerna dan tidak berikatan dengan zat anti nutrisi.

Dalam penelitian sebelumnya telah dilakukan upaya germinasi kacang hijau dalam berbagai larutan perendam oleh Dirga *et.al.*, (2016), germinasi kacang kedelai oleh Mardiyanto dan Sudarwati (2015), germinasi tempe kedelai oleh Puteri *et.al.*, (2017), dan germinasi pada kacang merah terhadap senyawa anti nutrisi oleh Yasmin *et.al.*, (2008), Pengolahan kacang merah menjadi tepung telah dilakukan oleh Audu dan Aremu (2011) dan Pangastuti *et.al.*, (2013) mengenai perlakuan pendahuluan pembuatan tepung. Namun, upaya germinasi dalam berbagai jangka waktu pada kacang tolo terhadap sifat fisiokimia belum pernah dilakukan sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu germinasi terhadap densitas kamba, kadar air, kadar protein, dan warna tepung kacang tolo. Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai manfaat proses germinasi dalam meningkatkan nilai gizi tepung kacang tolo.

#### Materi dan Metode

Bahan yang digunakan pada pembuatan sampel adalah kacang tolo yang diperoleh dari Pasar Peterongan Semarang dan air bersih. Alat yang digunakan pada pembuatan sampel adalah oven, kapas, nampan, *grinder*, timbangan analitik dan ayakan 80 mesh. Bahan yang digunakan pada pengujian sampel meliputi air distilat, NaOH 45%, HCl 0,1 N, katalisator campuran selenium, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4%, indikator PP, etanol jenuh, pereaksi *Folin Denis* dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh. Alat yang digunakan yaitu gelas ukur 5 ml, 10 ml, 50 ml, dan 100 ml, timbangan analitik, cawan porselin, oven, desikator, labu *Kjeldahl*, labu destilasi, gelas Erlenmeyer 200 ml, spektrofotometer, buret, statis dan aplikasi *Color Grab* di *Android*.

#### Rancangan Percobaan

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu germinasi selama 8 jam (T<sub>1</sub>), 16 jam (T<sub>2</sub>), 24 jam (T<sub>3</sub>) pada suhu kamar dan ada yang tidak digerminasi (T<sub>0</sub>) serta 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan.

Analisis data pengujian densitas kamba, kadar air, kadar protein kasar, dan kecerahan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Bila ditemukan adanya pengaruh maka dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui signifikansi antar perlakuan. Morfologi diuji secara deskriptif kualitatif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

#### Preparasi kacang tolo tergerminasi.

Sebanyak 200 g (33%) kacang direndam pada air sebanyak 600 ml (67%) selama 8 jam lalu kacang dibersihkan. Kacang yang telah bersih ditempatkan pada nampan yang dilapisi kapas dan tertutup kain untuk dilakukan germinasi sesuai perlakuan dan setiap 8 jam sekali kacang dibasahi dengan semprotan air.

#### Pembuatan tepung kacang tolo

Kacang tolo yang telah digerminasi masing-masing dioven selama 12 jam pada 60°C, lalu kacang tolo dihaluskan menggunakan *grinder*, tepung kacang tolo yang diperoleh kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh.

#### Morfologi

Pengujian morfologi dilakukan dengan cara memotret sampel kacang tolo yang telah digerminasi sesuai dengan waktu perlakuan untuk mengetahui perubahan fisik yang terjadi pada kacang tolo.

#### Densitas Kamba

Uji densitas kamba dilakukan sesuai dengan metode Eltayeb *et al.*, (2011) dengan modifikasi. Sampel dimasukkan ke gelas ukur 5 ml hingga volumenya 5 ml, kemudian semua sampel/ dikeluarkan dari gelas ukur dan ditimbang beratnya menggunakan timbangan analitik.

### Kadar Air

Uji kadar air berdasarkan metode SNI-1971 (2011) dilakukan dengan memasukkan cawan porselin ke dalam oven lalu dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam, cawan porselin dikeluarkan dari dalam oven lalu segera dimasukkan ke dalam desikator dan cawan porselin didiamkan pada desikator selama 15 menit. Sampel dimaserasi menggunakan mortar sampa halus, cawan petri dikeluarkan dari desikator, ditimbang beratnya sebagai berat A. Sampel ditimbang di atas cawan porselin yang telah ditimbang sebagai berat B. Cawan porselin dimasukkan ke oven pada suhu 100 °C selama 4 jam, cawan porselin dikeluarkan dari oven, dimasukkan pada desikator selama 15 menit dan ditimbang, Cawan porselin dipanaskan kembali selama 1 jam sampai tercapainya berat konstan (selisih berat  $\leq 0,5$  g) dan berat konstan yang diperoleh dicatat sebagai berat C. Metode penentuan kadar air berdasarkan metode SNI-1971 (2011).

### Kadar Protein Kasar

Penentuan kadar protein kasar dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl dari Dirga dan Djayanti (2016) dengan cara menimbang sampel yang telah dimaserasi sebanyak  $\pm 0,5$  g, sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, katalisator campuran selenium ditambahkan sebanyak  $\pm 0,5$  g dan  $H_2SO_4$  pekat ditambahkan sebanyak 10 ml. Sampel didestruksi dan dihadapkan ke dinding hingga kuning pucat dalam almari asam (sering dicek) kemudian sampel didinginkan. Proses destilasi dilakukan dengan menggunakan perangkap  $H_3BO_3$  4% sebanyak 5 ml dengan pipet ukur dan 2 tetes indikator *Metil Red* dan *Metil Blue*. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi yang telah ditambahkan 100 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%, destilasi dilakukan sampai perangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau serta didapatkan distilat sebanyak 40 ml. Prosedur diulangi untuk membuat blanko tanpa sampel dan hasil destilasi kemudian dititrasikan dengan menggunakan HCl 0,1 N sampai terbentuk warna ungu. Metode penentuan kadar air berdasarkan metode SNI-3751 (2006).

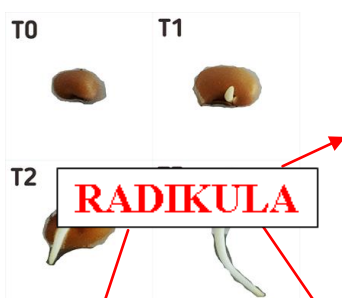
### Kecerahan

Pengujian kecerahan dilakukan dengan memotret sampel menggunakan aplikasi *Color Grab* di *Android* dimana diperoleh data hasil pengujian yaitu  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ . Menurut Kumalla *et al.*, (2013) untuk mengetahui kecerahan dalam bahan pangan diambil nilai  $L^*$  (light) saja.

### Hasil dan Pembahasan

Morfologi Kacang tolo setelah Germinasi. Ilustrasi 1 menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan radikula kecuali pada germinasi 0 jam. Hal ini menunjukkan bahwa kacang setelah perendaman baru dapat mengalami proses perombakan nutrisi-nutrisi dan menyebabkan terjadinya pemecahan yang dapat mengaktifkan enzim. Hal ini sesuai dengan pendapat Zainal (2013) bahwa proses perendaman mengakibatkan pembentukan atau pengaktifan enzim yang menyebabkan peningkatan aktivitas metabolik, Kehadiran air di dalam sel mengaktifkan sejumlah enzim pada awal perkecambahan. Perendaman memicu terbentuknya radikula karena enzim-enzim telah dihasilkan. Hal ini bersesuaian dengan pendapat Nurmauli dan Nurmiaty (2010) yang menyatakan bahwa pada proses perendaman terjadi peningkatan potensial tumbuh dari status viabilitas benih yang rendah menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

Menurut Shofi (2017) menyatakan bahwa perkecambahan merupakan suatu proses dimana radikula (akar embrionik) memanjang ke luar menembus kulit biji. Tahapan perkecambahan dimulai dengan hidrasi atau imbibisi, dilanjutkan oleh aktivasi enzim, pertumbuhan embrio dan pertumbuhan kecambah berikutnya. Pola penyerapan air pada benih menurut Walter *et al.* (2000) terdiri dari 3 fase yaitu: Fase I diawali oleh penyerapan air secara cepat dikarenakan adanya perbedaan potensial antara air dan benih. Kemudian Fase II, yaitu ditandai dengan penyerapan air berlangsung lambat karena potensial air benih dengan lingkungannya dalam keadaan seimbang (metabolisme benih secara aktif berlangsung), dan Fase III yang ditandai dengan pembengkakan hingga munculnya radikula. Substrat dalam proses perkecambahan digunakan untuk membentuk organ-organ tanaman. Hal ini sesuai dengan Martianingsih *et al.* (2016) bahwa perkecambahan dapat terjadi apabila substrat (karbohidrat, protein dan lemak) berperan sebagai penyedia energi yang akan digunakan dalam proses morfologi (pemunculan organ-organ tanaman seperti akar, daun, dan batang).



Ilustrasi 1. Morfologi Kacang tolo dengan Perlakuan Germinasi pada Beberapa Lama Waktu

### Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1, terdapat pengaruh signifikan antara lama waktu germinasi terhadap kadar air ditunjukkan dengan notasi superskrip yang berbeda dalam tabel. Kadar air terendah terdapat pada germinasi 24 jam sebesar 4,41% dan kadar air tertinggi terdapat pada germinasi 0 jam sebesar 7,66%. Kadar air yang diperoleh lebih rendah dari standar tepung sebagai bahan makanan maupun tepung kacang tolo tanpa perlakuan, sehingga memenuhi standard nasional Indonesia (SNI) nomor 3751 (2006) kadar air maksimal tepung sebesar 14,5% dan tepung kacang tolo kecambah menurut Pangestuti *et al.* (2005) memiliki kadar air sebesar 4,59%.

Kadar air yang diperoleh cenderung menurun seiring dengan lama waktu germinasi. hal ini sesuai dengan pendapat Saputro *et al.* (2014) bahwa kadar air tepung kecambah lebih rendah dibanding dengan tepung kacang yang belum dikecambahkan. Proses perendaman biji menyebabkan air masuk ke dalam biji dan menyebabkan biji menjadi membengkak. Biji kacang membengkak mengakibatkan struktur di dalam biji lebih renggang, sehingga ketika dikeringkan, air yang terdapat di dalam kacang lebih mudah keluar, yang menyebabkan kadar air kecambah lebih rendah dibandingkan dengan kacang yang tidak dikecambahkan. Jumlah air terikat dan air bebas mempengaruhi kadar air pada bahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Islaku *et al.* (2017) bahwa tinggi rendahnya kadar air suatu bahan sangat ditentukan oleh air terikat dan air bebas yang terdapat dalam bahan.

### Kadar Protein Kasar

Berdasarkan Tabel 1, terdapat pengaruh signifikan antara lama waktu germinasi terhadap kadar protein kasar ditunjukkan dengan notasi superskrip yang berbeda dalam tabel. Kadar protein kasar terendah terdapat pada germinasi 0 jam sebesar 18,26% dan kadar protein kasar tertinggi terdapat pada germinasi 24 jam sebesar 25,79%. hal ini sesuai dengan penelitian Saputro *et al.* (2014) bahwa kadar protein kacang tolo sebelum dikecambahkan sebesar 21,5% dan mengalami peningkatan sebesar 25% setelah dikecambahkan. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Anggrahini (2009). bahwa perkecambahan dapat meningkatkan kandungan protein kasar. Peningkatan kandungan protein selama proses perkecambahan disebabkan karena terjadi pembentukan asam-asam amino essential yang merupakan penyusun protein yang diperlukan untuk proses pertumbuhan kecambah kacang tolo.

Penentuan kadar protein kasar dipengaruhi oleh jumlah nitrogen dalam bahan. hal ini sesuai dengan pernyataan Anita (2009) bahwa Penentuan kandungan protein kasar dilakukan berdasarkan penentuan kandungan nitrogen dalam bahan, termasuk dengan komponen lain yang mengandung nitrogen. Nitrogen dalam perkecambahan berperan sebagai pembentuk protein. hal ini sesuai dengan pendapat Arif dan Budiyanto. (2014) menyatakan bahwa nitrogen berperan besar dalam pembentukan dalam pembentukan asam amino, protein, asam nukleat dan fitokrom.

Perkecambahan atau germinasi dipengaruhi oleh enzim. hal ini sesuai dengan pendapat Sutariati (2002) bahwa Protein merupakan komponen dari enzim, sehingga apabila selama perkecambahan terjadi peningkatan jumlah enzim maka protein juga akan meningkat jumlahnya. Selama proses respirasi karbohidrat mengalami hidrolisis sehingga biji dapat menyediakan nutrisi yang akan digunakan untuk proses pertumbuhan awal kecambah. Menurut Lakitan (1995) respirasi meningkat secara cepat dan berlangsung selama sekitar 10 jam dan substrat yang digunakan dalam respirasi adalah sukrosa. Pada proses respirasi yang dirombak terlebih dahulu yaitu gula sehingga proporsi protein naik. Semakin lama waktu berkecambah maka kadar proteinnya semakin tinggi. hal ini bersesuaian dengan pendapat Febrianti *et al.* (2014) bahwa peningkatan kadar protein disebabkan karena aktivitas respirasi yang dilakukan oleh biji kacang tolo selama perkecambahan. Respirasi merupakan pemecahan oksidatif dari bahan-bahan kompleks yang biasanya terdapat dalam sel menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Tabel 1. Sifat Kimia Tepung Kacang tolo dengan Perlakuan Germinasi pada Beberapa Lama Waktu

Tepung Kacang tolo	Parameter	
	Kadar Air (%)	Kadar Protein Kasar (%)
0 jam	7,66±0,770 <sup>b</sup>	18,26±1,744 <sup>a</sup>
8 jam	5,01±0,797 <sup>a</sup>	22,94±1,843 <sup>b</sup>
16 jam	5,29±0,640 <sup>a</sup>	24,99±0,264 <sup>bc</sup>
24 jam	4,41±0,428 <sup>a</sup>	25,79±0,199 <sup>c</sup>

Keterangan : Notasi superskrip yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (P< 0,05).

Tabel 2. Sifat Fisik Tepung Kacang tolo dengan Perlakuan Germinasi pada Beberapa Lama Waktu

Tepung Kacang tolo	Parameter	
	Densitas Kamba (g/mL)	Kecerahan (%)
0 jam	0,714±0,041 <sup>b</sup>	98,24±0,445 <sup>c</sup>
8 jam	0,583±0,057 <sup>a</sup>	97,32±1,246 <sup>bc</sup>
16 jam	0,604±0,028 <sup>a</sup>	96,80±0,158 <sup>b</sup>
24 jam	0,580±0,052 <sup>a</sup>	95,20±0,495 <sup>a</sup>

Keterangan : Notasi superskrip yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (P< 0,05).

### Densitas Kamba

Berdasarkan Tabel 2, terdapat pengaruh signifikan antara lama waktu germinasi terhadap densitas kamba ditunjukkan dengan notasi superskrip yang berbeda dalam tabel. Densitas kamba tertinggi terdapat pada germinasi 0 jam sebesar 0,714 g/mL dan densitas kamba terendah terdapat pada germinasi 24 jam sebesar 0,580 g/mL.

Densitas kamba yang diperoleh lebih tinggi dari tepung kacang tolo dengan perlakuan, hal ini terjadi karena proses germinasi mempengaruhi kadar air. Hal ini sesuai dengan pendapat Erna (2004) bahwa semakin rendah kadar air menyebabkan semakin rendah densitas kambanya. Penurunan densitas kamba dapat terjadi karena selama germinasi terjadi penguraian substrat. Hal ini sesuai dengan pendapat Lastari *et al.* (2016) bahwa proses perkecambahan menyebabkan kadar air akan semakin rendah, sehingga berpengaruh terhadap densitas kamba yang semakin rendah, hal ini terjadi karena dalam proses perkecambahan mengalami penguraian substrat sederhana yang memiliki berat molekul yang kecil.

Kadar air yang rendah menyebabkan nilai densitas kamba semakin kecil sehingga partikel lebih ringan dan volume pada rongga partikel menjadi lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Prabowo (2010) bahwa kadar air yang rendah menyebabkan partikel menjadi lebih ringan sehingga volume pada rongga partikel menjadi lebih besar yang menyebabkan nilai densitas kamba semakin kecil. germinasi menyebabkan penurunan nilai densitas kamba karena terjadi pemecahan substrat ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Hal ini sesuai dengan pendapat Elkhalfa dan Bernhardt (2010) bahwa penurunan densitas kamba ini terjadi karena proses germinasi akan memicu sistem enzim untuk bekerja memecah molekul kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak ke dalam bentuk yang lebih sederhana.

### Kecerahan

Berdasarkan Tabel 2, terdapat pengaruh signifikan antara lama waktu germinasi terhadap kecerahan, ditunjukkan dengan notasi superskrip yang berbeda dalam tabel. Kecerahan terendah terdapat pada germinasi 24 jam sebesar 95,20% dan kecerahan tertinggi terdapat pada germinasi 0 jam sebesar 98,24%.

Kecerahan cenderung menurun seiring dengan lama waktu germinasi. Hal ini dikarenakan kacang tolo sebagai sumber protein dengan adanya panas akan mengakibatkan terjadinya reaksi maillard atau reaksi non enzimatis. Hal ini bersesuaian dengan pendapat Agustawa (2012) bahwa kecambah kacang tolo sebagai sumber protein dengan adanya panas akan mengakibatkan terjadinya reaksi maillard atau reaksi non enzimatis, reaksi ini dapat terjadi bila gula pereduksi bereaksi dengan senyawa-senyawa yang memiliki gugus  $\text{NH}_2$  (protein, asam amino, peptida, dan ammonium) dan juga apabila bahan dipanaskan atau didehidrasi sehingga akan menimbulkan warna kecoklatan pada produk. Selain itu menurut Hartoyo dan Sunandar (2006) menyatakan bahwa suhu pengeringan yang tinggi akan menyebabkan rendahnya derajat putih tepung. pengaruh suhu terhadap derajat putih tepung nyata terlihat pada saat terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis berupa reaksi maillard yang terjadi antara gula pereduksi dan gugus amino yang terkandung dalam tepung.

Kecerahan dipengaruhi oleh kadar gula, serat dan senyawa fenol pada bahan pangan. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (2003) bahwa tingginya kadar gula, serat dan senyawa fenol pada kacang-kacangan dapat mempengaruhi warna dan derajat putih tepung. Kecerahan juga dipengaruhi oleh kerapatan bahan. Mulyana *et al.* (2014) menyatakan bahwa pada bahan dengan densitas kamba yang rendah, memiliki volume yang lebih tinggi dan kerapatan yang rendah sehingga lebih mudah ditembus oleh cahaya dan warna yang diperoleh lebih cerah.

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, lama germinasi mempengaruhi morfologi, kadar air, kadar protein kasar, densitas kamba dan kecerahan tepung kacang tolo. Germinasi dapat meningkatkan kadar protein kasar. Di sisi lain, germinasi dapat menurunkan kadar air, densitas kamba dan kadar air. Oleh karena itu perlu adanya optimasi perlakuan untuk menghasilkan tepung kacang tolo dengan mutu yang baik.

### Daftar Pustaka

- Agustawa, R. 2012. Modifikasi pati ubi jalar putih (*Ipomea batatas L.*) varietas sukuk dengan proses fermentasi dan metode heat moisture treatment (HMT) terhadap karakteristik fisik dan kimia pati. [Skripsi]. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anggrahini, S. 2009. Pengaruh lama pengecambahan terhadap kandungan  $\alpha$ -tokoferol dan senyawa proksimat kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*). Journal Agritech, 27(4): 152-157
- Anita, S. 2009. Studi sifat fisiko-kimia, sifat fungsional karbohidrat, dan aktivitas antioksidan tepung kecambah kacang-kacangan komak (*Lablab purpureus (L.) sweet*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arif, A. B. dan A. Budiyo. 2014. Nilai indeks glikemik produk pangan dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Jurnal Litbang Pertanian. 32(3):91-99.
- Dirga, N. A. dan A. D. Djayanti. 2016. Analisis protein pada tepung kecambah kacang hijau (*Phaseolus aureus L.*) yang dikecambahkan menggunakan air, air cucian beras dan air kelapa. Journal Science and Applicative Technology. 2(1):27-33.

- Elkhalifa, A. E. O., and R. Bernhardt. 2010. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Journal Food Chemistry*. 121(2):387-392.
- Eltayeb, A. R. S. M., A. O. Ali, A. A. Abou-arab and F. M. Abu-salem. 2011. Chemical composition and functional properties of flour and protein isolate extracted from bambara groundnut (*Vigna subterranean*). *African Journal Food Science*. 5(2):82-90.
- Erna. 2004. Pengaruh Proses pengeringan terhadap sifat fisiko-kimia tepung kecambah kedelai (*Glycine max (L) Merril*) hasil germinasi dengan perlakuan xanthan gum sebagai elisitor fenolik antioksidan. [Skripsi]. Teknologi Pangan dan Gizi. IPB
- Febrianti, K., Widyaningsih, T. D., Wijayanti, S. D., Nugrahini, N. I. P., dan Maligan, J. M. 2014. Pengaruh proporsi tepung (ubi jalar terfermentasi: kecambah kacang tunggak) dan lama perkecambahan terhadap kualitas fisik dan kimia flake. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3):824-834
- Hartoyo, A dan F. H. Sunandar. 2006. Utilization of composite flour from white sweet potatoes (*Ipomoea batatas L*), germinated soybeans (*Glycine max Merr*), and germinated mung beans (*Virginia radiata L*) as wheat flour partial substituent of alternative food, high energy-protein biscuit. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(1):50-57
- Islaku, D., G. S. Djarkasi dan Y. Y. Oesso. 2017. Pengaruh substitusi tepung tapioka dan tepung sukun (*artocarpus communis*) terhadap sifat sensoris dan kimia biskuit. In *COCOS*. 1(7):1-11
- Kanetro, B. dan A. Setyowati. 2013. Profil asam amino penstimulasi sekresi insulin dalam ekstrak sesudah pemisahan protein kecambah kacang-kacangan lokal. *Journal Agritech*. 33 (3):258-264.
- Kumalla, L., S. H. Surmarlan, dan M. B. Hermanto. 2013. Uji performansi pengering semprot tipe Buchi B-290 pada proses pembuatan tepung santan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(1):44-53
- Lakitan, B. 1995. Fisiologi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lastari, A. N., Anandito, R. B. K., dan Siswanti, S. 2016. Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) dan lama perendaman terhadap karakteristik tepung kecambah kedelai. *Jurnal Teknosains Pangan*. 5(2):1-8
- Mardiyanto, T. C., dan Sudarwati, S. 2015. Studi nilai cerna protein susu kecambah kedelai varietas lokal secara *In Vitro*. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiv Indonesia*. 1(5):1256-1264.
- Martianingsih, N., H. W. Sudrajat., dan L. Darlian. 2016. Analisis kandungan protein kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*) terhadap variasi waktu perkecambahan. *jurnal AMPIBI (Almuni Pendidikan Biologi)*. 1(2):38-42
- Mulyana, M., W. H. Susanto dan I. Purwanti. 2014. Pengaruh proporsi (tepung tempe semangit:tepung tapioka) dan penambahan air terhadap karakteristik kerupuk tempe semangit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4):113-120.
- Nurmauli dan Y. Nurmiaty. 2010. Studi metode invigorasi pada viabilitas dua lot benih kedelai yang telah disimpan selama sembilan bulan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(1):20-24.
- Pangestuti, D.R., N. Andarwulan dan S. Koswara. 2005. Potensi kecambah kedelai sebagai sumber protein, asam folat dan asam lemak tidak jenuh dalam produk sarapan bergizi untuk anak-anak. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen*. Bogor.
- Prabowo, B. 2010. Kajian Sifat fisikokimia tepung millet kuning dan tepung millet merah. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Purwoko, T. dan N. S. Handajani. 2007. Protein concentrations of sweet soysauces from *Rhizopus oryzae* and *R. oligosporus* fermentation without moromi fermentation. *Journal Biological Diversity*. 8 (3):223-227.
- Saputro, D. H., Andriani, M. A. M., dan Siswanti, S. 2014. Karakteristik sifat fisik dan kimia formulasi tepung kecambah kacang-kacangan sebagai bahan minuman fungsional. *Jurnal Teknosains Pangan*. 4(1):10-19
- Shofi, M. 2017. Pengaruh logam berat merkuri clorida ( $\text{HGCL}_2$ ) terhadap perkecambahan biji kacang hijau (*vigna radiata L.*). *Jurnal Wiyata Penelitian Sains dan Kesehatan*. 4(1): 84-89.
- Sutariati, G. A. K. 2002. Kacang-kacangan, Si Gurih Kaya Gizi. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Walters, R. G., Rogers, J. J., Shephard, F., and Horton, P. 2000. *Acclimation of Arabidopsis thaliana to the light environment: the role of photoreceptors*. *Planta*, 209(4):517-527.
- Winarno, F. G. 2003. Dari nilai gizi toge sampai noda bitot. Pusbangtepa. IPB. Bogor.