

Pengaruh Waktu dan Suhu Perkecambahan Terhadap Karakteristik Tepung Kecambah Sorgum Kultivar Lokal Bandung

Endah Wulandari*, Mohamad Djali, Gradelia Gusti Rahayu

Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran,
Jl. Bandung-Sumedang km. 21 Jatinangor 45363, Jawa Barat, Indonesia

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

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v9.n1.32030>

Abstrak: Sorgum merupakan komoditas lokal yang mempunyai potensial untuk menggantikan penggunaan tepung terigu, namun sorgum mengandung senyawa antinutrisi yaitu tannin yang dapat menimbulkan sifat organoleptik yang kurang baik sehingga kurang disukai. Perkecambahan dapat menghilangkan senyawa antinutrisi sehingga dapat mempertahankan mutu protein. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan waktu perkecambahan dan suhu perkecambahan untuk menghasilkan tepung kecambah sorgum yang baik. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama adalah suhu perkecambahan (A) dengan 2 taraf yaitu $A_1 = 25^\circ\text{C}$ dan $A_2 = 35^\circ\text{C}$. Faktor kedua adalah waktu perkecambahan (B) dengan 3 taraf yaitu $B_1 = 12$ jam, $B_2 = 24$ jam dan $B_3 = 36$ jam. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu perkecambahan 36 jam merupakan waktu perkecambahan yang tepat karena dapat mempengaruhi penurunan kadar abu dan kadar lemak, meningkatkan kadar protein, meningkatkan nilai *swelling power*, kelarutan dan kapasitas penyerapan lemak. Suhu perkecambahan 35°C merupakan suhu perkecambahan yang tepat karena dapat mempengaruhi peningkatan kadar protein, peningkatan nilai *swelling power*, kelarutan dan kapasitas penyerapan lemak. Kombinasi antara suhu perkecambahan 35°C dan waktu perkecambahan 36 jam merupakan kombinasi yang tepat karena dapat mempengaruhi peningkatan kadar protein, *swelling power* dan kelarutannya.

Kata kunci: perkecambahan, sorgum, suhu perkecambahan, tanin, waktu perkecambahan

Abstract: *Sorghum is a local commodity that has the potential to replace the use of wheat flour. However sorghum contains antinutrient i.e tannin compounds can cause organoleptic properties problem so it is less preferred. Germination can eliminate antinutrient compounds and can also maintain protein quality. The purpose of this study was to obtain germination time, germination temperature and interaction between the two to produce good sorghum sprouts flour. The research method uses factorial randomized block design. The first factor is the germination temperature (A) with 2 levels, namely $A_1 = 25^\circ\text{C}$ and $A_2 = 35^\circ\text{C}$. The second factor is the germination time (B) with 3 levels, namely $B_1 = 12$ hours, $B_2 = 24$ hours and $B_3 = 36$ hours. The observations showed that 36 hours germination time is the right germination time because it can affect the decrease in ash content and fat content, increase in protein content, increase the value of swelling power, solubility and absorption capacity of fat. The germination temperature of 35°C is the right germination temperature because it can affect the increase in protein content, increase the value of swelling power, solubility and fat absorption capacity. The combination of 35°C germination temperature and 36 hours germination time is the right combination because it can affect the increase in protein content, swelling power and its solubility*

Keywords: *germination, germination temperature, germination time, sorghum, tannin*

PENDAHULUAN

Sorgum merupakan komoditas pangan sereal ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung (Suarni 2012). Biji sorgum mengandung karbohidrat (82,05%), protein (11,60%), lemak (3,13%), abu (3,13%) dan serat kasar (5,79%) (Sukarminah 2014). Penggunaan sorgum di Indonesia masih sangat sedikit, hal tersebut disebabkan karena masyarakat

Indonesia cenderung memilih gandum sebagai karbohidrat praktis, mudah didapat, dan terjangkau. Menurut Asosiasi Produsen Terigu Indonesia (Aptindo) melaporkan bahwa pada kuartal III-2017 impor gandum untuk industri makanan adalah sebesar 5,8 juta ton. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan sebesar 4,8% dibandingkan pada tahun sebelumnya (Yuniartha & Laoli 2017). Gandum lokal

masih belum dapat bersaing dengan komoditas lain, baik kualitas maupun ekonomi. Selain itu kualitas gandum lokal yang masih belum dapat menyaingi kualitas gandum import (Sembiring dkk. 2016).

Tepung terigu merupakan salah satu produk yang dapat diperoleh dari gandum. Menurut Aptindo kebutuhan tepung terigu di Indonesia pada tahun 2017 naik 5%-6% menjadi 11,8 juta ton. Kenaikan tersebut dikarenakan adanya peningkatan produksi industri makanan. Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap gandum sebagai bahan baku pembuatan tepung terigu apabila dibiarkan akan menimbulkan dampak negatif seperti dapat menguras devisa negara yang berimbas pada ketahanan pangan nasional, sehingga perlu adanya alternatif lain yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap konsumsi tepung terigu. Sorgum merupakan komoditas lokal yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan tepung terigu, hal tersebut disebabkan karena kandungan nutrisi pada biji sorgum hampir sama dengan gandum sehingga sorgum merupakan bahan pangan potensial sebagai bahan pengganti atau substitusi terigu (Haryani dkk. 2017).

Tepung sorgum mempunyai potensi sebagai bahan substitusi pada produk pangan fungsional, namun pengolahan tepung sorgum dalam pembuatan produk akan menyebabkan *crumb* yang cepat keras dan berpasir sehingga dibutuhkan proses untuk dapat memperbaiki karakteristik tepung sorgum tersebut (Setiarto dkk. 2016). Tepung sorgum juga kurang baik digunakan untuk produk yang membutuhkan pengembangan tinggi karena tepung sorgum mempunyai nilai *swelling power* yang rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Sorgum juga mengandung senyawa tanin yang menimbulkan sifat organoleptik yang kurang baik sehingga penolakan sorgum masih terbatas (Haryani dkk. 2017).

Tanin merupakan senyawa fenolik yang mampu berinteraksi dengan protein menyebabkan terbentuk kompleks tanin-protein yang tidak dapat larut dan menurunkan daya cerna. Tanin dalam jumlah yang besar menyebabkan rasa sepat dan pahit dan menyebabkan warna yang gelap (Narsih dkk. 2008). Perkecambahan dapat mengurangi ketersediaan senyawa antinutrisi seperti tanin dan dapat meningkatkan kandungan nutrisi pada bahan. Selama proses perkecambahan terjadi respirasi aerobik dan metabolisme biokimia yang dapat menyebabkan perubahan nutrisi dan sifat fungsionalnya. Perkecambahan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi benih yang dkecambahkan dan faktor lingkungan seperti suhu yang dapat mempengaruhi kandungan nutrisi pada biji sorgum yang dkecambahkan (Liadi dkk. 2019). Setiap spesies dan varietas tanaman mempunyai suhu yang berbeda untuk pertumbuhan yang optimum (Rusmin dkk. 2014), sehingga penelitian yang dilakukan mengenai karakterisasi tepung kecambah sorgum yang menggunakan varietas sorgum Kultivar Lokal

Bandung dengan variasi suhu dan waktu perkecambahan.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah biji sorgum kultivar lokal Bandung yang telah dkecambahkan pada suhu 25°C dan 35°C selama 12, 24, 36 jam. Selain itu digunakan juga akuades, H₂SO₄ 0,255 N (merck), K₂SO₄ 10% (merck), Na₂CO₃ 35% (merck), Follin Denis, *n*-hexana, H₂SO₄ Pekat (merck), NaOH 32% (merck), H₃BO₃ 3% (merck), HCl, NaOH 0,313 N. Alat yang digunakan Kain kasa, *disc mill*, ayakan dengan fraksi tepung 80 mesh, oven, cawan, tanur, pipet tetes, desikator, *thermometer*, neraca analitik, *beaker glass*, sentrifugasi, refluks, pipet ukur, tabung sentrifuse 50 mL, *waterbath*, gelas piala, Kett Electric Laboratory C-100-3 Whitenessmeter, magnetic stirrer, corong Buchner, kertas saring, Erlenmeyer, dan kertas lakmus.

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu suhu perkecambahan (A) dengan 3 taraf yaitu A₁ = 25°C dan A₂ = 35°C dan perkecambahan (B) dengan 3 taraf yaitu yaitu B₁ = 12 jam, B₂ = 24 jam dan B₃ = 36 jam. Kombinasi yang dilaksanakan ada 6 percobaan, setiap kombinasi diulang 3 kali, sehingga jumlah kombinasi 18 satuan percobaan. Analisis statistik dilakukann dengan menggunakan program SPSS seri 17.0.

Proses Perkecambahan dan Penepungan Biji Sorgum (Narsih dkk. 2008 dengan modifikasi)

Biji sorgum dibersihkan dengan proses pencucian, kemudian biji sorgum direndam selama 24 jam pada suhu kamar. Biji sorgum dibersihkan kembali dan ditiriskan. Biji sorgum kemudian disebar dikeranjang yang telah dilapisi kain flanel basah dan dibiarkan selama 12, 24 dan 36 jam dengan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C pada kondisi gelap. Kecambah sorgum dicuci lalu dijemur dengan sinar matahari langsung selama 1 hari. Proses pengeringan dilakukan untuk mendapat kadar air biji dibawah 14%.

Proses penepungan biji kecambah sorgum dimulai dengan proses penyosohan selama 10 menit berfungsi untuk menghilangkan kulit biji sehingga menghasilkan beras kecambah sorgum. Kemudian beras kecambah sorgum ditimbang sebanyak 300 gram dan digiling menggunakan menggunakan *disc mill* dengan frekuensi penggilingan sebanyak 3 kali, setiap penggilingan memerlukan waktu selama ±5 menit. Selanjutnya proses pengayakan menggunakan ayakan dengan frakti tepung 80 mesh. Kemudian dikemas menggunakan plastik *polypropylene ziplock* dan disimpan pada suhu berkisar antara 19 -24°C.

Analisis Proksimat

Kadar air, protein, abu, dan lemak ditentukan dengan metode yang disarankan oleh AOAC (2005).

Kadar Tanin (AOAC 2005)

Uji Kualitatif Tanin

Sebanyak 2 gram sampel diekstraksi aquades panas kemudian didinginkan. Setelah itu ditambahkan 1 mL NaCl 2% dan disaring. Filtrat dibagi 2 bagian A dan B. Filtrat A ditambahkan 3 tetes pereaksi FeCl_3 5%. Positif tanin apabila terbentuk warna hitam kebiruan. Filtrat B ditambahkan gelatin. Terbentuknya endapan putih menunjukkan adanya tanin.

Penetapan Kadar Tanin

Untuk membuat larutan stok standar asam tanat 1000 ppm, sebanyak 0,1 gram asam tanat dilarutkan dalam 100 mL aquades. Larutan standar ini harus selalu dibuat baru tiap kali akan melakukan pengujian (Cunniff 1996). Dibuat seri pengenceran 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Diambil masing-masing 1 mL dari seri pengenceran dan dimasukkan ke dalam wadah labu tentukur 10 mL yang berisi 7,5 mL aquabidestilata. Ke dalam labu tersebut ditambahkan 0,5 mL pereaksi Folin Denis, didiamkan 3 menit dan ditambahkan 1 mL larutan Na_2CO_3 jenuh, diinkubasi selama 15 menit. Kemudian serapannya dibaca pada panjang gelombang 740 nm.

Pembuatan Kurva Baku

Kurva baku dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan hasil serapannya yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 740 nm.

Penetapan Kadar Tanin

Sebanyak 0,5 gram maserat ditimbang dan dilarutkan dengan aquabidestilata sampai 10 mL. Jika belum larut sempurna bisa dibantu dengan alat yang berfungsi untuk menghomogenkan larutan. Dipipet 1,0 mL sampel dengan seksama, dimasukkan ke dalam wadah berukuran 10 mL yang telah berisi 7,5 mL aquabidestilat. Ditambahkan 0,5 mL pereaksi folin denis, didiamkan selama 3 menit, ditambankan 1,0 mL larutan Na_2CO_3 jenuh. Diinkubasi selama 15 menit, kemudian dibaca serapannya pada panjang gelombang 740 nm. Dihitung dengan menggunakan kurva baku yang telah didapat sehingga diketahui konsentrasi dari sampel yang diukur.

Kadar Serat Kasar (AOAC 2005)

Sebanyak 2,5 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah 250 mL kemudian ditambahkan 200 mL larutan H_2SO_4 0,255 N dan dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan *hot plate*. Larutan disaring dalam keadaan panas kemudian endapan dicuci dengan

aquades panas sampai air cucian netral kemudian residu dipindahkan ke dalam erlenmeyer asar 750 mL. Sebanyak 200 mL larutan NaOH 0,313 N ditambangkan dan dididihkan lagi selama 30 menit kemudian disaring dalam keadaan panas dengan menggunakan corong buchner yang telah berisi kertas saring (kertas saring tersebut sudah di keringkan dan di ketahui bobotnya). Dalam keadaan masih tersedot dalam corong Buchner, hasil saringan dicuci berturut-turut dengan menggunakan 15 mL K_2SO_4 10%, kemudian dilanjutkan dengan menggunakan 50 mL aquades panas dan yang terakhir menggunakan 15 mL etanol 96%. Setelah contoh tercuci kemudian kertas yang sudah agak kering di angkat dan di keringkan dalam oven yang bersuhu 105°C dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian di timbang hingga di peroleh bobot tetap. Kadar serat kasar dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Kadar serat kasar (\%b/b)} = \frac{W_1 - W_0}{W_s} \times 100\% \dots (1)$$

dengan: W_1 = berat kertas saring + residu (konstan) (g)

W_2 = berat kertas saring konstan (g)

W_s = berat sampel (g)

Swelling Power dan Kelarutan (Collado & Corke 1999 dengan modifikasi)

Swelling Power ditentukan dengan menimbang sebanyak 0,35 g tepung yang kemudian ditambahkan air sebanyak 12,5 mL dalam tabung sentrifuse. Selanjutnya larutan divorteks lalu dipanaskan dalam *waterbath* yang bersuhu $92,5^\circ\text{C}$ dan setiap 5 menit sekali divorteks selama 10 menit. Larutan didinginkan pada air es selama 1 menit dan pada suhu 25°C selama 15 menit. Kemudian larutan disentrifus dengan kecepatan 3600 rpm selama 15 menit. Kelarutan diperoleh dengan cara menuangkan supernatan yang dihasilkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan dikeringkan pada suhu 110°C selama semalam. *Swelling power* dan kelarutan masing-masing dihitung dengan persamaan (2) dan (3).

$$\text{SP} = \frac{w_2}{\text{wdm}} \times 100\% \dots (2)$$

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{w_1}{\text{wdm}} \times 100\% \dots (3)$$

Untuk menghitung wdm, digunakan persamaan (4).

$$\text{wdm} = w_s(1 - k_a) \dots (4)$$

dengan w_1 = berat supernatan (g)

w_2 = berat gel yang terbentuk (g)

w_s = berat sampel (g)

k_a = kadar air (desimal) tepung dalam berat basah

Kapasitas Penyerapan Minyak (Kadan *et al.* 2003)

Tabung sentrifus kosong dan kering ukuran 50 mL ditimbang (a gram), kemudian 10 mL minyak jagung dimasukkan ke dalam tabung sentrifus, lalu ditambahkan sampel sebanyak 1 gram (b gram). Campuran divortex selama 3 menit, lalu disimpan selama 30 menit. Larutan disentrifus pada kecepatan 3500 rpm selama 30 menit. Supernatan dibuang secara hati-hati dan residu ditimbang (c gram). Daya serap lemak dihitung dengan persamaan (5).

$$\text{Kapasitas Penyerapan Minyak (\%)} = \frac{(c - a) - b}{b} \times 100\% \dots (5)$$

Kapasitas Penyerapan Air (Kadan *et al.* 2003)

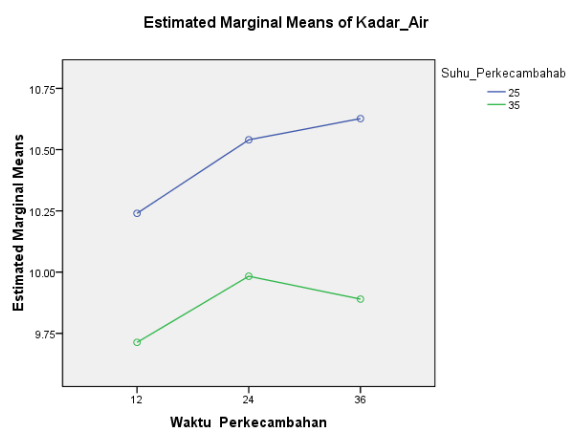
Tabung sentrifus kosong dan kering ukuran 50 mL ditimbang (a gram) kemudian 10 mL akuades dimasukkan ke dalam tabung sentrifus dan ditambahkan sampel sebanyak 2 gram (b gram). Campuran divortex selama 3 menit, lalu disimpan selama 30 menit. Larutan disentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, dan supernatan dibuang secara hati-hati dan residu ditimbang (c gram). Daya serap air dihitung dengan persamaan (6).

$$\text{Kapasitas Penyerapan Air (\%)} = \frac{(c - a) - b}{b} \times 100\% \dots (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar air tepung kecambah sorgum tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar air tepung kecambah sorgum

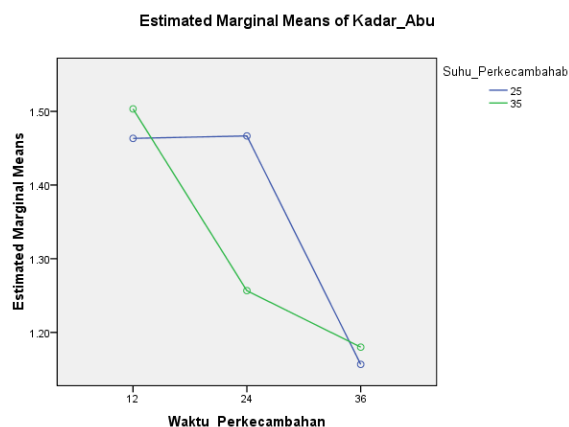
Berdasarkan Gambar 1 suhu perkecambahan dan waktu perkecambahan tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap kadar air tepung kecambah sorgum. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses perkecambahan dengan variasi suhu dan waktu perkecambahan tidak memengaruhi kadar air pada

tepung kecambah sorgum. Proses pengeringan biji kecambah sorgum pada setiap kombinasi perlakuan dilakukan dengan cara yang sama yaitu di jemur pada sinar matahari langsung selama 1 hari dan sebelum dilakukan proses penepungan biji, kecambah sorgum sudah dilakukan pengujian kadar air terlebih dahulu sehingga kadar air pada tepung kecambah sorgum yang dihasilkan tidak berbeda nyata.

Fungsi air pada proses perkecambahan adalah membantu pengaktifan asam giberilat dalam perkecambahan biji. Aktifnya enzim-enzim metabolisme seperti lipase, protease dan amilase distimulir oleh asam giberilat. Enzim tersebut akan menghidrolisis senyawa kompleks menjadi energi dan komponen yang dibutuhkan selama perkecambahan (Hutasoit dkk. 2016). Syarat mutu kadar air tepung sorgum dalam Codex Alimentarius, (1995) yaitu kadar air tepung sorgum maksimal 15%.

Kadar Abu

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar abu tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar abu tepung kecambah sorgum.

Perlakuan perkecambahan pada suhu 25°C selama 12 jam dan 24 jam, tidak menunjukkan pengaruh nyata pada nilai kadar abu tepung kecambah sorgum namun berpengaruh nyata di waktu perkecambahan 36 jam, sedangkan perlakuan perkecambahan pada suhu 35°C menunjukkan pengaruh yang nyata pada nilai kadar abu tepung kecambah sorgum di setiap waktu perkecambahan.

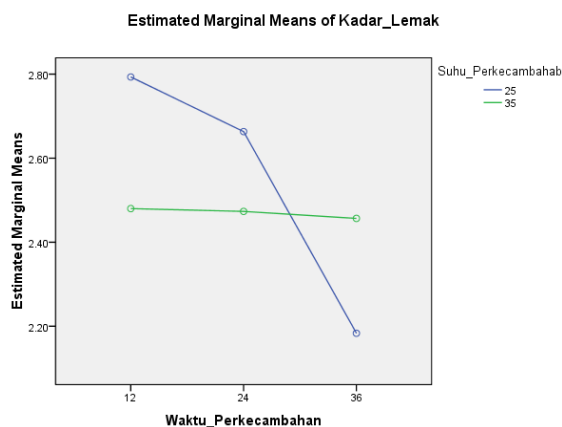
Perlakuan suhu perkecambahan 25°C menunjukkan adanya pengaruh nyata pada kadar abu tepung kecambah sorgum pada waktu perkecambahan 36 jam disebabkan karena proses perkecambahan dapat mempengaruhi kadar abu yang disebabkan oleh hilangnya mineral yang larut dalam air. Proses perkecambahan mengakibatkan beberapa nutrisi penting seperti vitamin dan mineral akan mengalami penurunan yang disebabkan oleh

terjadinya perlarutan komponen ke dalam air sehingga semakin lama waktu perkecambahan maka semakin rendah kandungan mineral suatu bahan (Sukanto 1992 dikutip Narsih dkk. 2008).

Kadar abu biji sorgum alami sebesar 3,13% (Sukarminah 2014). Perlakuan perkecambahan pada suhu 35°C menunjukkan pengaruh nyata terhadap kadar abu tepung kecambah sorgum pada waktu perkecambahan 24 dan 36 jam dengan nilai kadar abu yang lebih kecil dari kadar abu biji sorgum alami. Hal tersebut diduga disebabkan oleh suhu perkecambahan yang lebih tinggi dapat menyebabkan penurunan kadar abu yang lebih besar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Singh *et al.* (2017) menunjukkan bahwa suhu perkecambahan yang lebih tinggi dapat penurunan kadar abu yang lebih besar, hal tersebut disebabkan karena selama proses perkecambahan beberapa mineral dilepaskan dan larut dalam media perkecambahan yang menyebabkan penurunan kadar abu (Liadi dkk. 2019). Kadar abu tepung kecambah sorgum sudah sesuai dengan syarat mutu tepung sorgum dalam Codex Alimentarius, (1995) adalah sebesar Min. 0,9% dan Maks. 1,5%

Kadar Lemak

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar lemak tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar abu tepung kecambah sorgum.

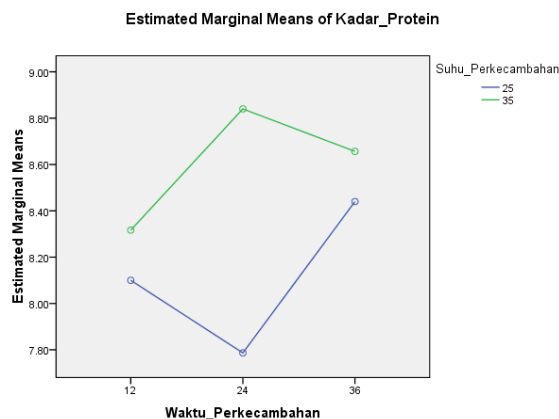
Berdasarkan Gambar 3 suhu perkecambahan 25°C selama 36 jam memberikan pengaruh nyata pada kadar lemak tepung kecambah sorgum sedangkan pada suhu perkecambahan 35°C dengan waktu perkecambahan 12 dan 24 jam juga memberikan pengaruh nyata pada kadar lemak tepung kecambah sorgum. Kadar lemak tepung kecambah sorgum cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu perkecambahan baik pada suhu 25°C maupun 35°C. Penurunan kadar

lemak biji dapat dipengaruhi oleh aktivitas enzim. Gliserol dan asam lemak bebas merupakan hasil hidrolisis lemak karena adanya aktivitas enzim lipase yang meningkat dengan cepat setelah perkecambahan (Su'i dkk. 2013).

Aktivitas enzim lipase dapat dipengaruhi oleh suhu dan waktu perkecambahan. Penelitian yang dilakukan oleh Sumarlin dkk. (2013) menunjukkan bahwa suhu optimum aktivitas enzim lipase berada diantara suhu 25°C - 30°C. Aktivitas enzim lipase terus mengalami penurunan setelah suhu 30°C sehingga suhu yang lebih besar dari 30°C akan menurunkan kerja enzim lipase. Kombinasi yang tepat antara waktu dan suhu perkecambahan dapat meningkatkan aktivitas enzim lipase untuk berkeja dengan baik (Su'i dkk. 2013). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi suhu 25°C dan waktu perkecambahan 36 jam merupakan kombinasi yang tepat untuk aktivitas enzim lipase untuk bekerja optimum dan waktu perkecambahan 12 jam dan 24 jam pada suhu 35°C merupakan waktu perkecambahan yang tepat untuk aktivitas enzim lipase. Syarat mutu kadar lemak tepung sorgum dalam Codex Alimentarius (1995) adalah sebesar Min. 2,2% dan Maks. 4,7%, sehingga tepung kecambah sorgum sudah sesuai dengan syarat mutu yang ditetapkan oleh Codex Alimentarius.

Kadar Protein

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar protein tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara perlakuan seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar protein tepung kecambah sorgum.

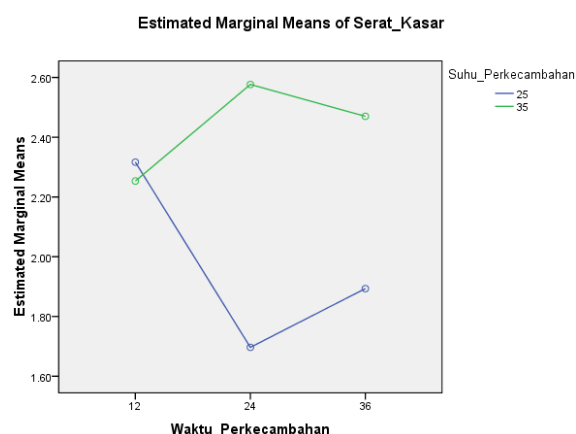
Berdasarkan Gambar 4 suhu perkecambahan 25°C menunjukkan pengaruh nyata pada kadar protein tepung kecambah sorgum kecuali waktu perkecambahan 36 jam, sedangkan suhu perkecambahan 35°C menunjukkan pengaruh nyata pada waktu perkecambahan 12 jam. Kadar protein tepung kecambah sorgum cenderung mengalami

peningkatan seiring dengan lamanya waktu perkecambahan meningkatnya suhu. Peningkatan kadar protein selama perkecambahan dapat disebabkan oleh aktivitas enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi asam amino dan peptida rantai pendek selama proses perkecambahan (Hutasoit dkk. 2016). Kenaikan kadar protein selama perkecambahan tersebut dapat disebabkan oleh terbentuknya asam-asam amino esensial hasil dari hidrolisis protein yang diperlukan untuk proses pertumbuhan kecambah (Dewi dkk. 2018).

Proses perkecambahan dengan perlakuan perkecambahan menggunakan variasi suhu perkecambahan yaitu 25°C dan 35°C memberikan pengaruh nyata pada kadar protein tepung kecambah sorgum. Suhu 35°C mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu perkecambahan 25°C. Enzim mempunyai aktivitas maksimum pada suhu tertentu. Kerja enzim meningkat seiring dengan kenaikan suhu hingga diperoleh suhu optimum, namun kerja enzim akan mengalami penurunan apabila suhu yang digunakan melebihi suhu optimum aktivitasnya (Supriyatna dkk. 2015). Peningkatan suhu akan menyebabkan meningkatnya energi kinetik yang dapat menyebabkan gerakan rotasi, vibrasi dan translasi enzim dan substrat menjadi lebih cepat sehingga intensitas tumbukan antara enzim dan substrat yang semakin tinggi menyebabkan produk yang dihasilkan semakin banyak (Kosim 2010). Syarat mutu untuk tepung sorgum menurut Codex Alimentarius (1995), kadar protein minimum yaitu 8,5%. Kadar protein untuk tepung kecambah sorgum yang memenuhi syarat mutu tersebut hanya pada kombinasi perlakuan suhu 35°C dengan waktu perkecambahan 24 dan 36 jam yaitu 8,84% dan 8,66%.

Kadar Serat Kasar

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar serat kasar tepung kecambah sorgum menunjukkan pengaruh interaksi antara perlakuan seperti terlihat pada Gambar 5.

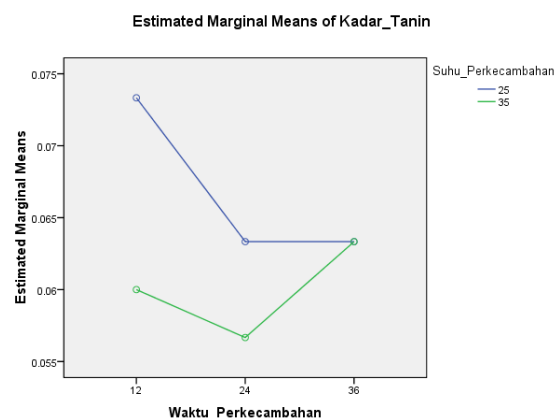


Gambar 5. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar serat kasar tepung kecambah sorgum.

Berdasarkan Gambar 5 suhu perkecambahan dan waktu perkecambahan menunjukkan pengaruh nyata pada kadar serat kasar tepung kecambah sorgum. Menurut Sukarminah (2014) kadar serat kasar pada biji alami sorgum sebesar 5,79 %. Konsentrasi serat kasar tertinggi pada biji sorgum terdapat pada perikarp yaitu sebesar 3,27%. Proses penyosohan dapat menghilangkan perikarp sehingga dapat menurunkan kadar serat kasar pada tepung sorgum yang dihasilkan (Aghina 2015). Proses penyosohan yang dilakukan pada tepung kecambah sorgum dilakukan dengan cara yang sama, sehingga tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata pada masing – masing kombinasi perlakuan. Syarat mutu untuk tepung sorgum menurut Codex Alimentarius (1995), kadar serat kasar maksimum yaitu 1,8%. Kadar serat kasar untuk tepung kecambah sorgum belum memenuhi syarat mutu untuk tepung sorgum menurut Codex (1995) karena melebihi batas maksimum yang telah ditentukan.

Kadar Tanin

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kadar tanin tepung kecambah sorgum tidak menunjukkan pengaruh interaksi antara perlakuan seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kadar tanin tepung kecambah sorgum.

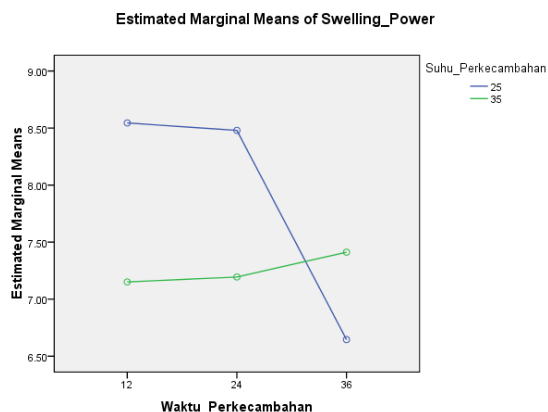
Berdasarkan Gambar 6 suhu perkecambahan dan waktu perkecambahan memberikan pengaruh nyata pada kadar tanin tepung kecambah sorgum. Kadar tanin biji sorgum Kultivar Lokal Bandung adalah 0.50% (Mardawati dkk. 2010). Kadar tanin pada tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya penurunan dari biji alami yang cukup besar. Tanin merupakan senyawa yang mudah larut dalam air sehingga selama proses perkecambahan kadar tanin dalam biji akan mengalami penurunan. Selain itu selama proses perkecambahan terjadi perombakan struktur molekul dan kandungan nutrisi pada biji sehingga dapat menyebabkan terjadinya degradasi komponen bahan seperti protein, tanin dan senyawa lainnya (Narsih dkk. 2008).

Suhu perkecambahan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar tanin tepung kecambah sorgum. Suhu yang lebih tinggi menunjukkan adanya penurunan kadar tanin yang cukup besar. Hal tersebut diduga disebabkan karena aktivitas enzim pemutus ikatan tanin. Menurut Nur dkk. (2019), tanase dapat memutus ikatan tanin-protein. Schons dkk. (2012) menyatakan bahwa tanin yang diuraikan oleh tanase berubah menjadi glukosa dan asam galat. Suhu yang meningkat dapat mempercepat reaksi yang terjadi sampai suhu optimum tercapai dan kerja enzim mencapai batas maksimum (Kosim 2010).

Waktu perkecambahan juga menunjukkan adanya pengaruh nyata pada kadar tanin tepung kecambah sorgum. Kadar tanin pada tepung kecambah sorgum mengalami penurunan yang lebih besar pada waktu perkecambahan 24 jam dibandingkan dengan waktu perkecambahan 12 dan 36 jam. Semakin lama waktu perkecambahan, biji sorgum akan mengalami kontak dengan air lebih lama sehingga menyebabkan penurunan kadar tannin. Tanin yang terdapat pada lapisan kulit ari sorgum dapat mudah larut dalam air (Elefatio dkk. 2005), sehingga proses perkecambahan dapat menurunkan kadar tannin. Aktivitas enzim tanase selama perkecambahan juga diduga dapat mempengaruhi penurunan kadar tanin. Waktu perkecambahan 24 jam menunjukkan penurunan kadar tanin paling besar dibandingkan dengan waktu perkecambahan lainnya. Hal tersebut diduga karena waktu perkecambahan 24 jam merupakan waktu optimum aktivitas enzim tanase selama waktu perkecambahan. Syarat mutu untuk tepung sorgum menurut Codex Alimentarius (1995), kadar tanin maksimum yaitu 0.3 %. Berdasarkan syarat mutu tersebut menunjukkan bahwa kadar tanin tepung kecambah sorgum yang dihasilkan sudah sesuai dengan syarat mutu yang diperbolehkan.

Swelling Power

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai *swelling power* tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap *swelling power* tepung kecambah sorgum

Berdasarkan Gambar 7, suhu 25°C dan variasi waktu perkecambah tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada nilai *swelling power* tepung kecambah sorgum kecuali pada perlakuan perkecambahan selama 36 jam, sedangkan pada perlakuan perkecambahan 35°C, suhu perkecambahan tidak mempengaruhi nilai *swelling power* tepung kecambah sorgum, namun waktu perkecambahan 12 dan 24 jam menunjukkan pengaruh yang nyata pada nilai *swelling power* tepung kecambah sorgum. Menurut Inglett (1970), menyebutkan bahwa nilai *swelling power* dapat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pada tepung seperti kadar lemak, kadar pati, dan kadar protein.

Kandungan pati yang besar menyebabkan ikatan non-kovalen antara molekul pati tinggi sehingga menyebabkan nilai *swelling power* akan semakin besar. Hal tersebut dapat disebabkan oleh komposisi kandungan amilosa dan amilopektin. Nilai *swelling power* yang besar dapat disebabkan karena kandungan amilopektin pada tepung cukup besar. Hal tersebut disebabkan karena amilopektin yang tinggi dapat memperkuat jaringan internal dalam granula pati dan menyerap air akan lebih banyak sehingga nilai *swelling power* akan semakin besar. Namun, kadar amilosa yang besar dapat menyebabkan terbentuknya kompleks antara amilosa-lipid, amilosa-protein dan amilosa-amilosa akan semakin banyak sehingga nilai *swelling power* pada tepung rendah (Inglett 1970).

Kadar lemak dan protein juga dapat mempengaruhi nilai *swelling power* pada tepung. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi kadar lemak dan kadar protein dalam tepung maka dapat menyebabkan terbentuknya kompleks amilosa dengan lipid dan amilosa dengan protein sehingga dapat mengganggu pengembangan granula (Budijanto & Yuliyanti 2012) yang menyebabkan menurunkan nilai *swelling power* yang dihasilkan. Interaksi antara amilosa dan protein dapat menyebabkan terbentuknya endapan yang menghambat pengeluaran amilosa dari granula (Parwiyanti dkk. 2016). Kompleks amilosa dan lipid juga dapat mempengaruhi nilai *swelling power* yang dihasilkan. Kompleks amilosa-lipid dapat mempengaruhi kekuatan dari ikatan dalam granula-granula pati. Kompleks amilosa dan lipid juga dapat menyebabkan penurunan nilai *swelling power* yang disebabkan oleh terhalangnya penetrasi air ke dalam granula pati (Liu dkk. 2017).

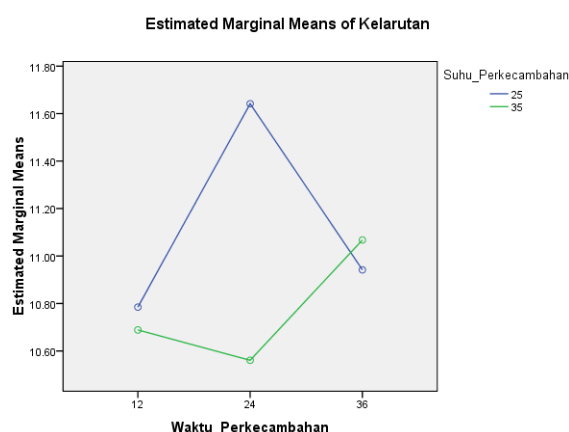
Nilai *swelling power* perlakuan perkecambahan pada suhu 25°C cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu perkecambahan sedangkan pada perlakuan perkecambahan pada suhu 35°C nilai *swelling power* cenderung meningkat dengan bertambahnya waktu perkecambahan. Hal tersebut dapat disebabkan karena kadar lemak dan protein dalam tepung kecambah sorgum. Berdasarkan data kadar lemak dan protein tepung kecambah sorgum mempunyai kandungan yang lebih rendah pada suhu 25°C dibandingkan dengan kandungan

lemak dan protein pada suhu perkecambahan 35°C sehingga interaksi antara amilosa-protein dan amilosa-lipid menjadi lebih besar pada suhu 35°C. Hal tersebut berdampak pada nilai *swelling power* pada suhu perkecambahan 35°C cenderung lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan suhu perkecambahan 25°C.

Nilai *swelling power* dari tepung terigu sebesar 10,17 g gel/g (b.k) (Zulaidah 2011). Apabila dibandingkan dengan nilai *swelling power* tepung kecambah sorgum dengan variasi suhu dan waktu perkecambahan memiliki nilai *swelling power* yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu yaitu sebesar 6,65 gel/g – 8,54 gel/g. Hal tersebut menunjukkan bahwa tepung kecambah sorgum tidak cocok digunakan pada pembuatan produk yang membutuhkan pengembangan.

Kelarutan

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kelarutan tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 8.



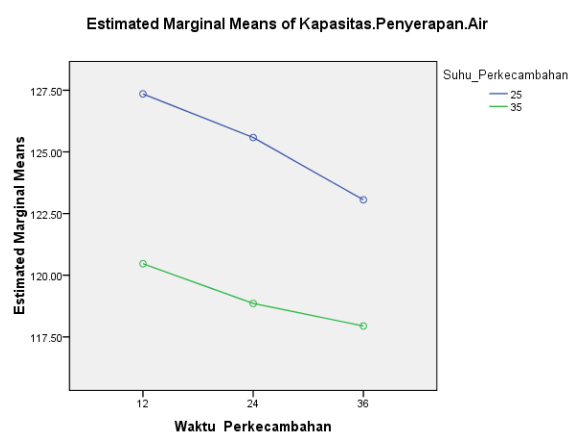
Gambar 8. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kelarutan tepung kecambah sorgum

Berdasarkan Gambar 8 suhu dan waktu perkecambahan menunjukkan pengaruh nyata pada nilai kelarutan tepung kecambah sorgum. Proses gelatinisasi berkaitan dengan kelarutan dan *swelling power*. Nilai kelarutan tepung dapat dipengaruhi oleh kadar pati, kadar lemak dan kadar protein pada tepung. Nilai kelarutan berbanding lurus dengan kadar patinya namun berbanding terbalik dengan kadar lemak dan protein (Aghina 2015). Gambar 8 menunjukkan bahwa suhu 35°C memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kelarutan tepung kecambah sorgum pada waktu perkecambahan 24 jam. Nilai kelarutan pada suhu 35°C selama 24 jam menunjukkan nilai kelarutan paling kecil jika dibandingkan dengan nilai kelarutan pada waktu 12 dan 36 jam. Hal tersebut diduga disebabkan karena kadar protein yang dihasilkan pada tepung kecambah sorgum pada

kombinasi perlakuan suhu 35°C dan waktu 24 jam mempunyai kadar protein tertinggi sehingga nilai kelarutan yang diperoleh rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Aghnia (2015) menunjukkan nilai kelarutan tepung sorgum dengan perlakuan terbaik adalah 10,90 (%b.k), sehingga nilai kelarutan pada tepung kecambah sorgum mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai kelarutan pada tepung alami sorgum pada kombinasi suhu perkecambahan 25 °C pada waktu perkecambahan 24 dan 36 jam dan suhu perkecambahan 35 °C pada waktu perkecambahan 36 jam sehingga perkecambahan dapat meningkatkan nilai kelarutan tepung kecambah sorgum.

Kapasitas Penyerapan Air

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kapasitas penyerapan air tepung kecambah sorgum menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kapasitas penyerapan air tepung kecambah sorgum

Berdasarkan Gambar 9, menunjukkan bahwa perlakuan perkecambahan pada suhu perkecambahan dan waktu perkecambahan memberikan pengaruh nyata pada nilai kapasitas penyerapan air tepung kecambah sorgum. Nilai Kapasitas penyerapan air pada tepung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar protein, kadar pati dan kadar lemak (Aghina 2015).

Kadar protein dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan air suatu tepung. Kadar protein yang tinggi dapat menyebabkan nilai kapasitas penyerapan air rendah. Hal tersebut disebabkan karena protein dapat membentuk kompleks dengan amilosa dimana semakin banyak kandungan protein akan membentuk kompleks dengan amilosa dan menghambat penyerapan air dalam granula pati (Budijanto & Yuliyanti 2012). Kadar protein tepung kecambah sorgum meningkat selama waktu perkecambahan dan pada suhu yang lebih besar. Hal tersebut diduga dapat

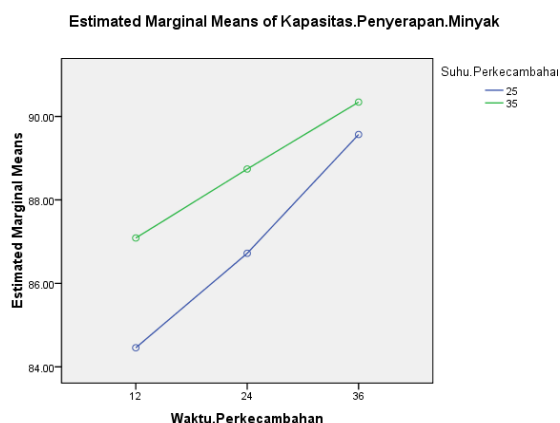
mempengaruhi nilai kapasitas penyerapan air yang cenderung mengalami penurunan.

Gambar 9 menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu perkecambahan memberikan pengaruh nyata pada nilai kapasitas penyerapan air tepung kecambah sorgum. Nilai kapasitas penyerapan air cenderung mengalami penurunan pada suhu yang lebih besar dan lama waktu perkecambahan. Hal tersebut disebabkan karena kadar protein dalam tepung kecambah sorgum. Kadar protein tepung kecambah sorgum meningkat pada suhu yang lebih tinggi, hal tersebut disebabkan karena suhu dapat mempengaruhi kerja enzim selama proses perkecambahan. Suhu 35°C diduga merupakan suhu optimum aktivitas enzim protease sehingga kadar protein yang diperoleh lebih besar dibandingkan pada suhu 25°C.

Waktu pekecambahan menunjukkan pengaruh nyata pada nilai kapasitas penyerapan air tepung kecambah sorgum. Nilai kapasitas penyerapan air cenderung menurun dengan semakin lamanya waktu perkecambahan. Hal tersebut juga disebabkan oleh kadar protein tepung kecambah sorgum yang dihasilkan. Kadar protein tepung kecambah sorgum cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lamanya waktu perkecambahan sehingga mengakibatkan nilai kapasitas penyerapan air cenderung menurun seiring dengan lamanya waktu perkecambahan.

Kapasitas Penyerapan Minyak

Perlakuan suhu dan waktu perkecambahan terhadap nilai kapasitas penyerapan minyak tepung kecambah sorgum tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi antar perlakuan seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh waktu dan suhu perkecambahan terhadap kapasitas penyerapan minyak tepung kecambah sorgum

Gambar 10 menunjukkan bahwa perlakuan perkecambahan pada suhu perkecambahan dan waktu perkecambahan menunjukkan pengaruh nyata pada nilai kapasitas penyerapan minyak tepung kecambah sorgum. Kapasitas penyerapan minyak dapat

dipengaruhi oleh struktur pati, kadar protein dan kadar lemak (Ntau dkk. 2017).

Perlakuan perkecambahan dapat mempengaruhi nilai kapasitas penyerapan minyak yang disebabkan oleh perombakan protein yang terjadi selama perkecambahan berlangsung. Kadar protein yang besar dapat menyebabkan nilai kapasitas penyerapan minyak besar (Aini dkk. 2016). Hal tersebut dapat disebabkan oleh kemampuan pati kering untuk mengikat lemak secara fisik dengan daya tarik kapiler dan peran hidrofobisitas protein (Sakinah & Kurniawansyah 2018). Asam amino non polar pada protein dapat membentuk interaksi hidrofobik dengan rantai hidrokarbon lemak pada minyak (Indrianti dkk. 2019).

Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai kapasitas penyerapan minyak semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Hal tersebut dapat sesuai dengan kadar protein tepung kecambah sorgum dimana kandungan protein mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu perkecambahan. Kapasitas penyerapan minyak juga cenderung meningkat dengan lamanya waktu perkecambahan. Kandungan protein mengalami peningkatan seiring dengan lamanya waktu perkecambahan. Penelitian yang dilakukan oleh Singh et al. (2017) melaporkan bahwa selama proses perkecambahan kapasitas penyerapan minyak pada tepung akan semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu perkecambahan. Hal tersebut disebabkan karena pada proses perkecambahan terjadi perombakan molekul protein yang menghasilkan ketersediaan protein lipofilik yang lebih tinggi dan asam amino hidrofobik ini kemudian mengikat rantai samping hidrokarbon minyak yang menyebabkan peningkatan kapasitas penyerapan minyak pada tepung yang dibuat dari biji-bijian yang berkecambah.

KESIMPULAN

Waktu perkecambahan 36 jam merupakan waktu perkecambahan yang tepat karena dapat memengaruhi jumlah rendemen, menurunkan kadar abu dan kadar lemak, meningkatkan kadar protein, meningkatkan nilai swelling power, kelarutan dan kapasitas penyerapan lemak. Suhu perkecambahan 35°C merupakan suhu perkecambahan yang tepat karena dapat memengaruhi jumlah rendemen, meningkatkan kadar protein, nilai swelling power, kelarutan dan kapasitas penyerapan lemak sedangkan kombinasi antara suhu perkecambahan 35°C dan waktu perkecambahan 36 jam merupakan kombinasi yang tepat karena dapat memengaruhi peningkatan kadar protein, swelling power dan kelarutannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPMI Universitas Padjadjaran atas pendanaan riset melalui skema hibah Riset Fundamental Unpad tahun 2018, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghnia, E. S. (2015). Kajian Karakteristik Tepung Sorgum Putih (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Kultivar Lokal Bandung dengan Variasi Lama Penyosohan. Fakultas Teknologi dan Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Aini, N., Wijonarko, G. & Sustriawan, B. (2016). Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung yang diproses melalui fermentasi. *Agritech*. **36(2)**: 160-169.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemist. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Budijanto, S. & Yuliyanti. (2012). Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **13(3)**: 177-186.
- Codex Alimentarius. (2018, Oktober 10). Codex Standard for Sorghum Flour. Retrieved from Codex Alimentarius: <http://www.codexalimentarius.net/download/standard/58/CXS173e.pdf>
- Collado, L.S. & Corke, H. (1999). Heat-moisture treatment effects on sweetpotato starches differing in amylose content. *Food Chemistry*. **65(3)**: 339-346.
- Dewi, I.G.A.A.S.P., Ekawati, I.G.A. & Pratiwi, I.D.P.K. (2018). Pengaruh lama perkecambahan millet (*Panicum milliaceum*) terhadap karakteristik flakes. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. **7**: 175-183.
- Haryani, K., Hargono, H., Handayani, N.A., Ramadani, P. & Rezekia, D. (2017). Substitusi terigu dengan pati sorgum terfermentasi pada pembuatan roti tawar: Studi suhu pemanggangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. **6(2)**: 61-64.
- Hutasoit, N., Ina, P.T. & Permana, I.D.G.M. (2016). Optimasi pH dan suhu pada aktivitas enzim lipase dari biji kakao (*Theobroma cacao* L.) Berkapang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. **5(2)**: 95-102
- Indrianti, N., Afifah, N. & Sholichah, E. (2019). Pembuatan tepung komposit dari pati ganyong/garut dan tepung labu kuning sebagai bahan baku flat noodle. *Biopropal Industri*. **10(1)**: 49-63.
- Inglett, G.E. (1970). *Corn: Culture, Processing, Products*. The Avi Publishing Company Inc. Westport.
- Kadan, R.S., Bryant, R.J. & Pepperman, A.B. (2003). Functional properties of extruded rice flours. *Journal of Food Science*. **68(5)**: 1669-1672.
- Kosim, M. (2010). Pengaruh Suhu pada Protease dari *Bacillus subtilis*. Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Liadi, V.C., Wisaniyasa, N.W. & Puspawati, N.N. (2019). Studi sifat fungsional dan kimia tepung kecambah kacang koro benguk (*Mucuna pruriens* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. **8(2)**: 131-139.
- Mardawati, E., Sukarminah, E., Onggo, T.M., Tjahjadi, C. & Indiarto, R. (2010). *Pengolahan Biji Sorgum Menjadi Aneka Produk Pangan*. Giratuna. Bandung.
- 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.
- Ntau, L., Sumual, M.F. & Assa, J.R., 2017. Pengaruh fermentasi *Lactobacillus casei* terhadap sifat fisik tepung jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. **5(2)**: 11-19.
- Nur, A.M., Dwiloka, B. & Hintono, A. (2019). Pengaruh lama waktu germinasi terhadap mutu fisik dan mutu kimia tepung kacang koro benguk (*Mucuna pruriens*). *Jurnal Teknologi Pangan*. **3(2)**: 332-339.
- Parwiyanti, P., Pratama, F., Wijaya, A., Malahayati, N. & Lidiasari, E. (2016). Sifat fisik pati ganyong (*Canna edulis* kerr.) termodifikasi dan penambahan gum xanthan untuk roti. *Agritech*. **36(3)**: 335-343.
- Rusmin, D., Suwarno, F. C., Darwati, I., & Ilyas, S. (2014). Pengaruh suhu dan media perkecambahan terhadap viabilitas dan vigor benih purwoceng untuk menentukan metode pengujian benih. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. **25(1)**: 45-52.
- Sakinah, A.R. & Kurniawansyah, I.S. (2018). Isolasi, karakterisasi sifat fisikokimia, dan aplikasi pati jagung dalam bidang farmasetik. *Farmaka*. **16(2)**: S430-S442.
- Sembiring, H., Hasnul, & Diana. (2016). Kebijakan Pengembangan Gandum di Indonesia. Dalam: *Gandum: Peluang Pengembangan Di Indonesia*. pp. 15-26.
- Setiarto, R.H.B., Widhyastuti, N. & Saskiawan, I. (2016). Pengaruh fermentasi fungi, bakteri asam laktat dan khamir terhadap kualitas nutrisi tepung sorgum. *Agritech*. **36(4)**: 440-449.
- Singh, A., Sharma, S. & Singh, B. (2017). Effect of germination time and temperature on the functionality and protein solubility of sorghum flour. *Journal of Cereal Science*. **76**: 131-139.
- Su'i, M., Harijono, H., Yuniarta & Aulani'am (2013). Kondisi optimum enzim lipase kasar dari kentos kelapa. *Jurnal Teknologi Pangan*. **7(1)**, 91-97.
- Suarni. (2012). Potensi sorgum sebagai bahan pangan fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. **7(1)**: 58-66.
- 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.
- Sumarlin, L.O., Mulyadi, D., Suryatna, & Asmara, Y. (2013). Identifikasi potensi enzim lipase dan selulase pada sampah kulit buah hasil fermentasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. **18(3)**: 159–166.
- Yuniartha, L. & Laoli, N. (2017). Naik 5%, Impor Gandum 2017 Bisa Capai 8,5 Juta Ton. Available at: <https://industri.kontan.co.id/news/naik-5-impor-gandum-2017-bisa-capai-85-juta-ton> (diakses 10 Oktober 2018).
- Zulaidah, A. (2011). Modifikasi ubi kayu secara biologi menggunakan starter Bimo-CF menjadi tepung termodifikasi pengganti gandum. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
-