

Aplikasi Kultur Campuran (*Lactobacillus fabifermentans* dan *Aspergillus sp.*) Pada Modifikasi Tepung Jagung Dengan Metode Fermentasi Terkontrol yang Dilanjutkan Dengan Pragelatinisasi

Andi Sukainah¹, Reski Praja Putra¹, Ratnawaty Fadilah¹ Yeni Yuliatwati²

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

² Alumni Prodi Pendidikan Teknologi Pertanian FT, Universitas Negeri Makassar

Email: andi.sukainah@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kultur campuran (*Lactobacillus fabifermentans* dan *Aspergillus sp*) terhadap sifat fisikokimia tepung jagung. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif (eksperimen) menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Konsentrasi kultur campuran (*L. fabifermentans* dan *Aspergillus sp*) menjadi variabel perlakuan dalam penelitian ini. Perlakuan terdiri atas empat konsentrasi kultur campuran (*L. fabifermentans* : *Aspergillus sp*) yaitu (1:0), (1:1), (1:2) dan (1:3) dengan fermentasi selama 24 jam. Setelah melalui proses fermentasi, proses pragelatinisasi dilakukan pada tepung jagung, tepung jagung 500 g ditambahkan akuades 30% (150 ml) dan dikukus selama 15 menit pada panci pengukus yang bersuhu 80°C. Parameter yang diamati yaitu nilai pH pada cairan fermentasi, sedangkan pada tepung jagung dilakukan analisis kadar air, kadar amilosa, kadar pati, viskositas, dan rheologi. Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis sidik ragam yang selanjutnya diolah menggunakan SPSS versi 22. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dihasilkan dari perlakuan dengan penambahan konsentrasi kultur campuran *L. fabifermentans* : *Aspergillus sp* (1:3) dengan nilai cairan pH 3.60, kadar air 2.12%, kadar amilosa 17.42%, kadar pati 65.31%, viskositas 1825 cps dengan sifat rheologi yang termasuk dalam kategori non-Newtonian (aliran pseudoplastis)

Kata Kunci: tepung jagung, *Lactobacillus fabifermentans*, *Aspergillus sp*, fermentasi, pragelatinisasi

Abstract. This study aims to determine the effect of mixed culture concentrations (*Lactobacillus fabifermentans* and *Aspergillus sp*) on the physicochemical properties of cornflour. This research is a quantitative (experimental) study using the Completely Randomized Design (CRD) method. The concentration of mixed cultures (*L. fabifermentans* and *Aspergillus sp*) became the treatment variables in this study. The treatments consisted of four concentrations of mixed cultures (*L. fabifermentans*: *Aspergillus sp*) namely (1: 0), (1: 1), (1: 2) and (1: 3) by fermentation for 24 hours. After going through the fermentation process, the pragelatinization process is carried out on corn flour, 500 g of corn flour is added with 30% distilled water (150 ml) and steamed for 15 minutes in a steaming pot at 80°C. The parameters observed were the pH value in the fermented liquid, while the cornflour was analyzed for water content, amylose content, starch content, viscosity, and rheology. Data analysis technique used was analysis of variance which was further processed using SPSS version 22. The results showed that the best treatment resulted from the treatment with the addition of mixed culture concentrations of *L. fabifermentans*: *Aspergillus sp* (1: 3) with a liquid pH value of 3.60, water content 2.12%, amylose content 17.42%, starch content 65.31%, viscosity 1825 cps with rheological properties included in the non-Newtonian category (pseudoplastic flow)

Keywords: Cornflour, *Lactobacillus fabifermentans*, *Aspergillus sp*, fermentation, pragelatinization

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki peran penting bagi kehidupan manusia. Hal ini dikarenakan jagung adalah komoditi tanaman pangan kedua setelah padi. Salah satu jenis jagung yang banyak ditanam di Indonesia adalah jenis jagung hibrida diantaranya jagung Bisi-18. Jagung Bisi-18 memiliki keunggulan tersendiri yang menguntungkan para petani, yaitu ukuran tongkolnya yang besar dan sangat seragam. Saat ini, jagung telah diolah dengan berbagai macam produk mulai dari produk setengah jadi hingga produk olahan siap saji. Salah satu produk yang

dihasilkan dari jagung yaitu tepung jagung dimana pada tepung jagung terdapat pati yang merupakan komponen terbesar penyusun karbohidrat yang berbentuk granular. Secara fisik, pati dapat dibedakan dari tepung, antara lain pati lebih putih dan lebih halus (Ekafitri dkk., 2011)

Penggunaan pati yang masih terbatas disebabkan oleh beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah. Selain itu, pati masih memiliki kekurangan seperti daya kompresibilitas dan laju alir yang kurang baik, serta tidak dapat mengembang di air dingin (Ahmad, 2009). Dispersi pati yang mengandung amilosa cenderung menjadi bentuk keras atau

kaku, serta memberikan sifat lengket dan tekstur yang kohesif bila digunakan untuk mengentalkan makanan dan dapat merusak cita rasanya (Polnaya, 2006). Oleh karena itu, modifikasi pati jagung perlu dilakukan. Modifikasi pati dapat dilakukan melalui modifikasi tepung jagung karena proses ini lebih mudah dan efisien.

Salah satu bentuk modifikasi tepung yang telah sering diaplikasikan adalah metode fermentasi dan prigelatinisasi. Kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga dalam penelitian ini dilakukan upaya untuk mengombinasikan metode fermentasi dan prigelatinisasi dalam memodifikasi tepung jagung, proses ini dilakukan agar tepung jagung yang diperoleh memiliki karakteristik sifat fisikokimia yang lebih baik. Modifikasi tepung jagung diawali dengan metode fermentasi yang dilanjutkan proses prigelatinisasi. Menurut Suciati (2012) teknologi fermentasi merupakan cara yang dapat memperbaiki nilai gizi bahan makanan menjadi makanan yang berkualitas karena rasa, aroma, tekstur, dan daya simpan lebih baik dari bahan asalnya. Proses fermentasi sangat berperan penting, modifikasi tepung jagung dengan metode fermentasi dapat dilakukan secara spontan maupun menambahkan kultur mikroba. Penambahan mikroba pada tepung-tepungan dapat memperbaiki kualitas tepung, umumnya kultur mikroba yang ditumbuhkan tergolong bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi karbohidrat atau gula (Aini dkk.2016). Sukainah, dkk (2016) telah berhasil mengisolasi *Lactobacillus fabifermentans* dan *Aspergillus sp* sebagai mikroba indigenus yang terlibat selama proses fermentasi spontan tepung jagung bisi-16.

Pemanfaatan kultur tunggal *Lactobacillus fabifermentans* dan *Aspergillus sp* juga telah dilaporkan. Hasil penelitian kadar amilosa dan kadar pati jagung yang dimodifikasi menggunakan kultur tunggal relatif rendah, yaitu kadar amilosa 29.45% dan kadar pati 48.73% untuk tepung jagung yang difermentasi oleh *L. fabifermentans* (Anggriani, 2017) serta kadar amilosa 26.45% dan kadar pati bagi tepung jagung yang difermentasi menggunakan kultur *Aspergillus sp* (Hatima, 2017). Oleh karena itu penelitian ini akan mengombinasikan kultur campuran *L. fabifermentans* dan *Aspergillus sp* agar dapat mereduksi penurunan kadar amilosa dan kadar pati selama proses fermentasi. Konsentrasi yang berbeda pada kultur *Aspergillus sp* dalam kultur campuran diharapkan mampu menyeimbangkan asam laktat yang dihasilkan oleh *L. fabifermentans*, sehingga pH selama proses fermentasi tidak terlalu asam. Nilai pH yang terlalu

asam selama fermentasi dapat berpengaruh terhadap ikatan amilosa dan kadar pati.

Tepung jagung yang telah difermentasi oleh kultur campuran selanjutnya dipregelatinisasi. Prigelatinisasi pati dibuat melalui proses dengan melibatkan air dan panas. Penyerapan air oleh granula pati terjadi pada waktu dan suhu tertentu sehingga granula pati membengkak dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (Yuliana, 2011). Proses prigelatinisasi ini diharapkan agar tepung jagung yang dihasilkan dapat terdispersi dengan baik dalam air dingin. Prinsip dari prigelatinisasi sendiri adalah pati digelatinisasi kemudian dikeringkan dan menghasilkan pati yang dapat terdispersi (larut) dalam air dingin (Marta & Tensiska, 2016). Proses modifikasi tepung jagung dengan metode fermentasi menggunakan kultur campuran bakteri asam laktat *L. fabifermentans* dan *Aspergillus sp.* yang dilanjutkan dengan prigelatinisasi diharapkan dapat memperbaiki karakteristik fisikokimia tepung jagung yang dihasilkan dibandingkan dengan fermentasi yang menggunakan kultur tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi tepung jagung secara fermentasi menggunakan *L. fabifermentans* : *Aspergillus sp* (LfA) yang dilanjutkan dengan prigelatinisasi terhadap sifat rheologi tepung jagung yang dihasilkan

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Rancangan percobaan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Makassar. Pengujian kadar air dianalisis di Laboratorium Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar, dan pengujian rheologi dianalisis di Laboratorium Farmasetika Universitas Hasanuddin

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baskom, mesin penggiling (pabrik tepung), autoklaf, *laminar air flow*, inkubator, gelas ukur, pipet tetes, batang pengaduk (*stirer*), *bulp*, bunsen, tabung reaksi, gelas piala, *hotplate*, Erlenmeyer, pipet volume, mikropipet, jarum inokulum (ose), spoid, toples kaca, blender, panci pengukus, dan termometer. Peralatan analisis meliputi, pH meter, gelas piala, wadah aluminium foil, desikator, penjepit, neraca analitik, oven, labu ukur, batang pengaduk, *hot plate*, sendok plastik, sarung tangan, dan *viscometer Brookfield*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jagung *Bisi-18* yang diperoleh dari Kabupaten Jeneponto dan kultur murni kapang indigenus *Aspergillus* sp. dan bakteri asam laktat *L. fabifermentans* yang diperoleh dari fermentasi spontan tepung jagung (Sukainah *et al.*, 2016).

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Tahapan persiapan terdiri atas pembuatan tepung jagung dan penyegaran kultur, sedangkan tahapan pelaksanaan terdiri atas pembuatan starter, pengaplikasian starter dan pragelatinisasi tepung jagung.

Tahapan Persiapan

Pembuatan Tepung Jagung

Pipilan jagung yang telah disosoh direndam dalam air selama 24 jam hingga bagian kulit dan lembaga terpisah. Biji jagung yang telah terpisah kulit dan lembaganya selanjutnya ditiriskan. Setelah itu, biji jagung digiling menggunakan mesin penepung. Tepung jagung hasil penggilingan dikeringkan selama 48 jam di *room dryer*. Lalu, tepung jagung yang telah kering diayak menggunakan ayakan 80 mesh agar diperoleh ukuran yang sama.

Penyegaran kultur *L. fabifermentans*

Kultur *L. fabifermentans* yang digunakan adalah kultur murni yang diisolasi dari fermentasi spontan tepung jagung *Bisi-16* (Sukainah *et al.*, 2016). Kultur ditumbuhkan pada media MRSB. Penyegaran kultur pada media MRSB dilakukan dengan cara kultur dari media MRSB dipipet 1 ml secara aseptik, dan dipindahkan ke media MRSB baru. Media MRSB diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C

Penyegaran kultur *Aspergillus* sp.

Kultur *Aspergillus* sp. yang digunakan adalah kultur murni yang diisolasi dari fermentasi spontan tepung jagung *Bisi-16* (Sukainah *et al.*, 2016). Kultur ditumbuhkan pada media PDA. Penyegaran kultur dilakukan dengan metode gores sebanyak satu ose secara aseptik dipindahkan ke media PDA agar miring. Media PDA agar miring diinkubasi selama 120 jam pada suhu 30°C

Tahapan Pelaksanaan

Pembuatan starter *Aspergillus* sp.

Kultur *Aspergillus* sp. yang telah diinkubasi selama 120 jam ditambahkan akuades 10 ml. Selanjutnya, cairan kultur dimasukkan ke dalam tepung jagung steril 50 g yang telah dicampurkan akuades 100 ml (1:2), dilakukan secara aseptik. Suspensi tepung jagung yang telah dicampurkan dengan kultur difermentasi secara mikroaerofilik selama 48 jam.

Pembuatan starter *L. fabifermentans*

Kultur *L. fabifermentans* yang telah diinkubasi selama 48 jam dipipet sebanyak 10 ml. Kultur sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam tepung jagung steril 50 g yang telah dicampurkan akuades 100 ml (1:2), dan dilakukan secara aseptik. Suspensi tepung jagung yang telah dicampurkan dengan kultur selanjutnya difermentasi secara mikroaerofilik selama 48 jam.

Pengaplikasian Starter

Starter kultur *Aspergillus* sp. dan *L. fabifermentans* yang telah berumur 48 jam dikeluarkan dari inkubator. Starter diaplikasikan pada tepung jagung 500 g yang ditambahkan 1000 ml akuades (1:2) dengan konsentrasi kultur campuran *L. fabifermentans* : *Aspergillus* sp yaitu (1:0), (1:1), (1:2), dan (1:3). Suspensi tepung jagung yang telah ditambahkan kultur campuran, selanjutnya difermentasi selama 24 jam secara mikroaerofilik. Setelah proses fermentasi mencapai 24 jam, cairan fermentasi dianalisis pHnya dan dikeringkan di *room dryer* selama 48 jam pada suhu 50°C. Tepung jagung yang telah kering lalu dihaluskan menggunakan blender.

Pragelatinisasi

Tepung jagung hasil fermentasi dipragelatinisasi dengan cara menambahkan akuades 30% (150 ml) pada tepung dalam wadah (mangkuk besi) dan diaduk. Wadah yang berisi tepung jagung dipanaskan dalam panci pengukus bersuhu 80°C selama 15 menit. Selama tepung dipanaskan, tepung diaduk ketika suhu pemanasan mencapai 80°C. Setelah proses pemanasan mencapai 15 menit, tepung jagung diangkat dan dikeringkan kembali selama 48 jam di *room dryer*. Setelah kering, tepung jagung lalu dihaluskan menggunakan blender. Tepung jagung kemudian dianalisis antara lain nilai pH cairan fermentasi, kadar amilosa, kadar pati, kadar air, viskositas dan rheologi.

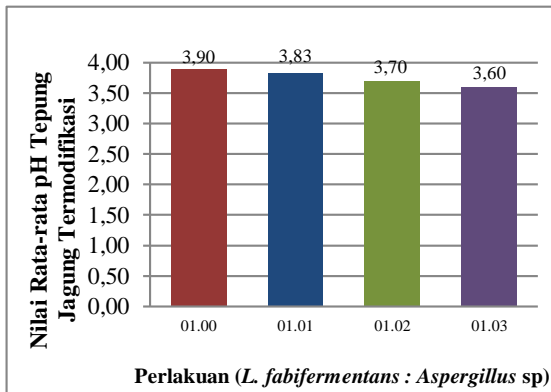
Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian antara lain pengujian nilai pH AOAC (1994) dalam Suseno dkk, 2016, kadar air AOAC (2007) dalam Aini dkk, (2016), dan rheologi Fransisca (2010). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam ANOVA. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Nilai pH atau derajat keasaman merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan pada saat proses fermentasi. Nilai pH dapat menentukan sifat keasaman dan karakteristik suatu bahan atau produk pangan. Derajat keasaman atau pH merupakan parameter kimiawi untuk mengetahui produk yang dihasilkan bersifat asam atau basa, dan proses fermentasi berjalan atau tidak (Tuatha, 2014). Nilai pH cairan fermentasi tepung jagung dapat dilihat pada Gambar. 1.



Gambar. 1 Nilai pH Cairan Fermentasi Tepung Jagung

Hasil analisis uji lanjut Duncan menunjukkan nilai pH perlakuan LfA (1:0) sangat berbeda dengan nilai pH perlakuan LfA (1:3), nilai pH LfA (1:0) yaitu 3.9, sedangkan nilai pH perlakuan LfA (1:3) lebih rendah yaitu 3.6. Penurunan nilai pH berhubungan dengan konsentrasi kultur campuran yang digunakan. Nilai pH cairan fermentasi kultur campuran LfA (1:3) memiliki nilai terendah jika dibandingkan dengan perlakuan LfA (1:0) dan (1:1) disebabkan konsentrasi *Aspergillus* dalam kultur campuran LfA sangat berperan penting. Konsentrasi *Aspergillus* yang tinggi menyebabkan jumlah enzim α -amilase yang dihasilkan juga semakin meningkat. Enzim α -amilase adalah enzim yang berperan mereduksi ikatan α 1.4 D-glikosida pada pati menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu dekstrin. Perubahan substrat menjadi komponen yang lebih sederhana memudahkan *L. fabifermentans* dan Bakteri Asam Laktat indigenus memanfaatkan substrat tersebut menjadi sumber karbon dan mengubahnya menjadi asam-asam organik, khususnya asam laktat. Menurut Widyasaputra dan Yowono (2013) selama proses fermentasi akan dihasilkan asam-asam yang mudah menguap diantaranya asam laktat, asam asetat, asam formiat, asam butirat dan asam propionat. Asam-asam tersebut dihasilkan dari

perombakan glukosa dan alkohol yang semakin banyak, sehingga nilai pH semakin menurun.

Nilai pH cairan fermentasi pada perlakuan kultur campuran LfA (1:0) dan (1:1) tertinggi disebabkan kedua perlakuan ini mengandung jumlah *L. fabifermentans* yang lebih tinggi dibandingkan kedua perlakuan lainnya. Konsentrasi *L. fabifermentans* yang tinggi menyebabkan produksi asam laktat pada awal fermentasi meningkat pesat, sehingga pH yang asam akan menghambat pertumbuhan kapang dan BAL indigenus. Penghambatan pertumbuhan mikroba indigenus atau asam laktat yang diproduksi oleh *L. fabifermentans* menyebabkan produksi asam oleh mikroba indigenus tidak berjalan optimal. Menurut Bangun (2010) asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Sifat asam ini juga menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya.

Bakteri asam laktat (BAL) adalah jenis bakteri yang bersifat menguntungkan dalam proses fermentasi dan selalu terlibat dalam fermentasi secara spontan karena bersifat indigenus (Sukainah dkk, 2017). Mikroba yang tumbuh pada proses fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel pati, sehingga terjadi liberasi granula pati. Proses liberasi ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari pati yang dihasilkan. Selanjutnya, mikroba akan menghidrolisis granula pati yang menghasilkan monosakarida dan digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal inilah yang diduga menyebabkan nilai pH menjadi lebih asam. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sari dan Luwihana (2013) bahwa semakin rendah pH tepung menunjukkan bahwa semakin meningkatnya kandungan senyawa asam yang terdapat pada tepung.

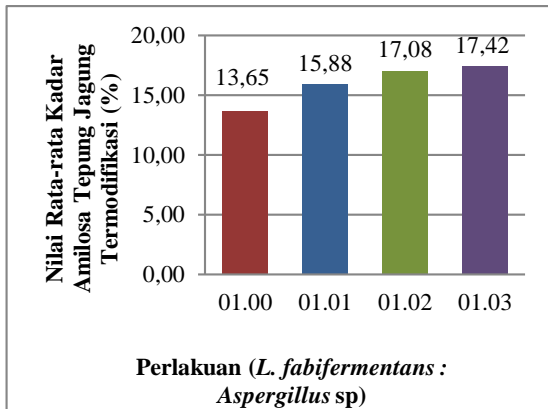
Nilai pH cairan fermentasi terendah yang dihasilkan dari kultur campuran LfA (1:3) lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai pH cairan tepung jagung fermentasi spontan (Sukainah, 2016). Nilai pH yang rendah menunjukkan kadar total asam yang lebih tinggi, kadar asam dapat berpengaruh pada produk modifikasi tepung jagung yang dihasilkan disebabkan asam juga mampu memutus ikatan glikosida pada pati secara acak.

Nilai pH cairan fermentasi tepung jagung menggunakan kultur tunggal *L. fabifermentans* telah dilakukan oleh Anggriani (2017), yaitu 5.08. Demikian pula, hasil penelitian yang telah dilaporkan oleh Hatima (2017) nilai pH cairan fermentasi tepung jagung yang menggunakan kultur *Aspergillus* sp yaitu 4.92. Hasil ini

menunjukkan kultur campuran menyebabkan nilai pH cairan fermentasi menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan kultur tunggal. penurunan nilai pH sebagian besar disebabkan oleh kultur yang ditambahkan, selain itu pada proses fermentasi spontan penurunan pH disebabkan oleh lamanya waktu fermentasi dan mikroba indigenus.

Amilosa

Amilosa merupakan homoglukan D-glukosa dengan ikatan α -(1,4). Umumnya, amilosa yang membentuk rantai lurus dikatakan sebagai linier dari pati, tetapi sebenarnya amilosa juga memiliki cabang. Secara umum, amilosa dapat diperoleh dari umbi-umbian, pati yang diperoleh dari batang mempunyai berat molekul yang lebih tinggi dibandingkan dengan amilosa yang terdapat pada pati biji-bijian (Ekafitri, 2009). Kandungan amilosa keempat perlakuan pada modifikasi tepung jagung yang telah dianalisis berkisar antara 13.65-17.42% (Gambar 2)



Gambar. 2 Nilai Kadar Amilosa Tepung Jagung Termodifikasi

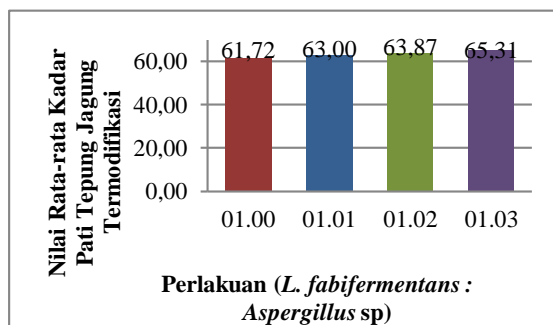
Hasil analisis data uji lanjut Duncan menunjukkan perlakuan LfA (1:3) dan LfA (1:2) memiliki kadar amilosa tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol LfA (1:0). Hal ini disebabkan karena pada perlakuan LfA (1:0), enzim α -amilase yang dihasilkan oleh kapang indigenus bekerja lebih optimal. Nilai pH optimum enzim alfa amilase dari bakteri, kapang atau khamir relatif pada kisaran 4–6. Kultur campuran, *L. fabifermentans* dan *Aspergillus* sp. mampu menghasilkan enzim pemutus rantai cabang (*debranching*). Enzim α -amilase merupakan endoenzim yang bekerja memutus ikatan α -1,4 pada amilosa maupun amilopektin, dimana enzim ini relatif tahan terhadap panas tapi tidak tahan terhadap pH rendah, sedangkan enzim glukamilase memiliki pH optimum 4–5 (Risnayatningsih, 2011).

Kadar asam tertinggi dihasilkan oleh perlakuan LfA (1:3). Hal ini ditunjukkan dengan

nilai pH terendah yang dihasilkan oleh perlakuan LfA (1:3). Asam dapat menyebabkan putusya rantai cabang amilopektin baik pada ikatan α -1,4 dan α -1,6. Rantai cabang amilopektin yang terputus dapat meningkatkan jumlah rantai lurus amilosa sebagai hasil pemutusan ikatan cabang atau linierisasi amilopektin. Menurut Akbar dkk (2014) pada proses fermentasi terjadi proses perombakan pati oleh mikroba menjadi gula yang lebih sederhana. Enzim yang dihasilkan oleh mikroba dapat menghidrolisis ikatan α -1,6 glikosida yang ada pada rantai cabang amilopektin menjadi amilosa sehingga kadar amilopektin pada pati mengalami penurunan dan kadar amilosa meningkat. Selain itu, peningkatan kadar amilosa pada perlakuan LfA (1:3) disebabkan karena nilai pH terendah yang dihasilkan oleh perlakuan ini. Asam dapat menyebabkan putusya rantai cabang amilopektin pada ikatan α -1,4 dan α -1,6. Rantai cabang amilopektin yang terputus dapat meningkatkan jumlah rantai lurus amilosa sebagai hasil pemutusan ikatan cabang atau linierisasi amilopektin. Peningkatan kadar amilosa juga dapat dipengaruhi oleh penurunan pH yang terjadi pada perlakuan LfA (1:3). Menurut Zuhri dkk (2013) asam dapat memutus rantai amilosa menjadi karbohidrat yang lebih sederhana dan larut dalam air. Hal ini menandakan nilai pH berpengaruh terhadap ikatan glikosidik yang terputus khususnya ikatan cabang α -1.6 D-glikosida dan menyebabkan kandungan amilosa pati meningkat akibat linierisasi fraksi amilopektin pati.

Kadar Pati

Pati merupakan karbohidrat yang berperan utama dalam menentukan sifat adonan bahan makanan (Sukainah dkk, 2016). Pati memiliki komponen penting dalam makanan karena mempunyai sifat fungsional yang baik. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama, yaitu amilosa, amilopektin, dan bahan antara seperti lipid dan protein (Suarni, 2013). Kandungan pati pada keempat perlakuan berkisar antara 61.93%-65.31% (Gambar 3)



Gambar 3. Nilai Kadar Pati Tepung Jagung Termodifikasi

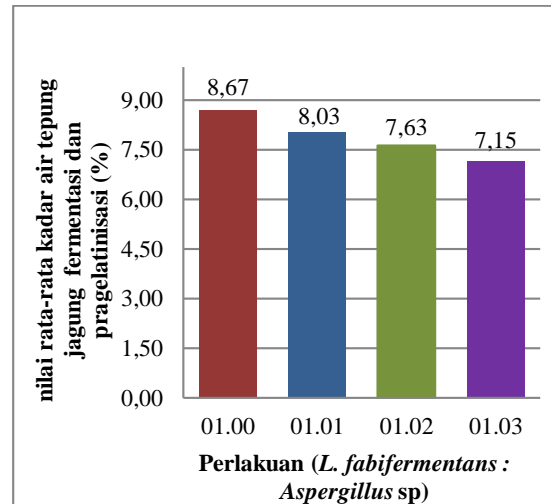
Hasil analisis uji lanjut Duncan terlihat bahwa pada perlakuan LfA (1:3) dan LfA (1:2) memiliki kadar pati yang lebih tinggi dibandingkan dengan LfA (1:1). Kadar pati berhubungan dengan kadar amilosa pada tepung. Perlakuan LfA (1:3) dan LfA (1:2) memiliki kadar pati yang lebih tinggi karena kadar amilosanya juga tinggi, sedangkan perlakuan LfA (1:0) memiliki kandungan pati yang lebih rendah dikarenakan kandungan amilosa pada perlakuan ini terendah. Amilosa merupakan salah satu fraksi penyusun pati. Hal ini didukung oleh Suarni (2013) mengatakan bahwa pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin, dan bahan antara seperti lipid dan protein.

Perbedaan kadar pati dari keempat perlakuan dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi kultur *Aspergillus sp* dalam kultur campuran. Perbedaan konsentrasi ini menyebabkan terjadi perbedaan mekanisme metabolisme kultur selama proses fermentasi. Selama proses fermentasi terjadi pemecahan pati oleh aktivitas mikroorganisme menjadi gula-gula sederhana, aktivitas mikroba dapat menyebabkan terjadinya degradasi pati disertai dengan pembentukan gula-gula sederhana yang digunakan sebagai energi dalam pertumbuhan dan aktivitasnya, degradasi pati tersebut menyebabkan turunnya kadar pati (Pusparani, 2014).

Selain pengaruh fermentasi, proses prigelatinisasi pada tepung turut memengaruhi kadar pati yang terjadi pada tepung jagung, dimana kadar pati dapat berkaitan dengan kadar amilosa sebagai penyusun pati. Pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi sulit untuk tergelatinisasi secara sempurna, karena semakin kuat ikatan antar molekulnya. Menurut Ulyarti (1997) menyatakan bahwa ikatan intramolekul semakin kuat karena kadar amilosa juga semakin tinggi, jika ikatannya kuat maka akan mempertahankan integritas granula dan mampu membatasi pengembangannya.

Kadar Air

Kadar air dalam suatu bahan makanan sangat mempengaruhi kualitas tersebut. Apabila kadar air bahan pangan tersebut tidak memenuhi syarat maka bahan pangan tersebut akan mengalami perubahan fisik dan kimiawi yang ditandai dengan tumbuhnya mikroorganisme pada makanan sehingga bahan pangan tersebut tidak layak untuk dikonsumsi (Sukainah dkk, 2018)



Gambar.4 Kadar air tepung jagung

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan perlakuan LfA (1:3) dan LfA (1:2) memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan LfA (1:0). Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi *Aspergillus sp* dalam kultur campuran yang diberikan, maka kadar air yang dihasilkan akan menurun. Penurunan kadar air terjadi karena adanya proses fermentasi pada tepung jagung. Pada proses fermentasi, terjadi degradasi pati oleh mikroorganisme yang dapat menyebabkan turunnya kemampuan bahan pangan dalam mempertahankan air. Proses ini menyebabkan semakin banyak jumlah air terikat yang terbebaskan. Air yang terikat berubah menjadi air bebas.

Tepung jagung yang memiliki kadar air yang rendah dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Seluruh perlakuan kultur campuran menghasilkan tepung yang memenuhi standar SNI, yaitu maksimal 10% (SNI 01-3727, 1995). Peningkatan jumlah air dapat mempengaruhi laju kerusakan bahan pangan oleh proses mikrobiologis, kimiawi, dan enzimatik. Rendahnya kadar air suatu bahan pangan merupakan salah satu faktor yang dapat membuat bahan pangan awet.

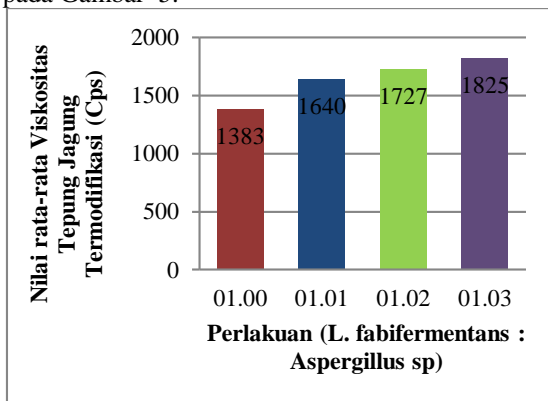
Proses penurunan kadar air terjadi karena adanya penambahan mikroorganisme yang berperan pada proses fermentasi. Semakin tinggi konsentrasi *Aspergillus sp* dalam kultur campuran yang diberikan, maka semakin besar komponen bahan yang terpecah, sehingga mengakibatkan banyaknya jumlah air terikat yang terbebaskan dan menyebabkan tekstur bahan semakin lunak dan berpori. Keadaan ini menyebabkan selama proses pengeringan, penguapan air semakin mudah sehingga menurunkan kadar air tepung. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Akbar dan Yuanita (2014) menyatakan bahwa penurunan kadar air disebabkan karena penguapan air terikat. Selama proses fermentasi berlangsung, enzim-

enzim mikroba memecah karbohidrat dan senyawa-senyawa makromolekul lainnya, sehingga air yang terikat berubah menjadi air bebas.

Kadar air tepung jagung modifikasi juga dapat disebabkan karena adanya proses prigelatinisasi setelah fermentasi. Perlakuan prigelatinisasi dilakukan melalui perebusan pada tepung jagung sehingga akan memberikan panas yang menyebabkan penyerapan air dan pembengkakan granula pati sehingga dapat melemahkan ikatan hidrogen dalam granula, dimana granula yang telah membengkak akan memiliki ukuran yang besar dan bersifat *irreversibel*. Ketika dilakukan proses pengeringan, tepung yang telah tergelatinisasi menyebabkan air akan mudah lepas dari ikatan hidroksil sehingga kadar akan menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Titi dan Zainul (2015) bahwa penggunaan panas yang terus meningkat menyebabkan ikatan hidrogen intermolekuler antara rantai amilosa dan rantai cabang amilopektin mulai melemah, sehingga granula pati mengembang secara cepat. Granula yang telah mengembang mempunyai struktur yang lebih lunak dan bersifat *irreversibel*.

Viskositas

Viskositas merupakan tahanan yang dilakukan oleh suatu lapisan fluida terhadap suatu lapisan lainnya. Viskositas dapat menentukan kemudahan suatu molekul bergerak karena adanya gesekan antara lapisan material. Semakin besar viskositas maka aliran semakin lambat (Tuatha, 2014). Nilai viskositas tepung jagung dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar.5 Nilai Viskositas Tepung Jagung

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada perlakuan LfA (1:3) dan LfA (1:2) memiliki nilai viskositas yang paling tinggi dengan nilai 1824 Cps dan 1726 Cps, sedangkan pada perlakuan LfA (1:0) memiliki viskositas terendah yaitu 1383 Cps. Perbedaan nilai viskositas tepung dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi dan

pragelatinisasi. Pada proses fermentasi, konsentrasi *Aspergillus sp* dalam kultur campuran berpengaruh terhadap viskositas tepung jagung. Viskositas tepung sangat berkaitan dengan kadar amilosa dan pati. Jika kadar amilosa tinggi, maka viskositas akan meningkat dan menghasilkan tepung jagung yang lebih kental. Amilosa memiliki efek yang kuat terhadap gelatinisasi pati. Pemecahan pati menjadi senyawa-senyawa sederhana oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi dapat memodifikasi granula pati yang halus. Menurut Whistler dan Be Miller (1994) mengatakan bahwa semakin rendah kadar amilosa dan amilopektin pada pati, maka gugus hidroksilnya juga akan turun, sehingga menyebabkan gaya tarik menarik antara pati dan air menjadi kecil, sehingga viskositas akan rendah.

Viskositas perlakuan LfA (1:3) dan (1:2) lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, disebabkan kadar amilosa pada kedua perlakuan ini tertinggi dibandingkan tepung jagung perlakuan LfA lainnya. Kadar amilosa yang tinggi dipengaruhi oleh asam yang dihasilkan selama proses fermentasi. Selama fermentasi, asam yang dihasilkan lebih tinggi dan menghasilkan pH yang rendah. Selain itu, asam yang tinggi menyebabkan terbentuknya linerisasi amilopektin dan membentuk gugus amilosa yang baru. Mekanisme pembengkakan granula disebabkan karena granula amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh adanya ikatan hidrogen yang kurang kokoh. Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom O dari gugus hidroksil yang lain. Bila suhu suspensi naik, ikatan hidrogen akan semakin lemah, sedangkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi meningkat dan memperlemah ikatan hidrogen antar molekul air (Pusparani, 2014).

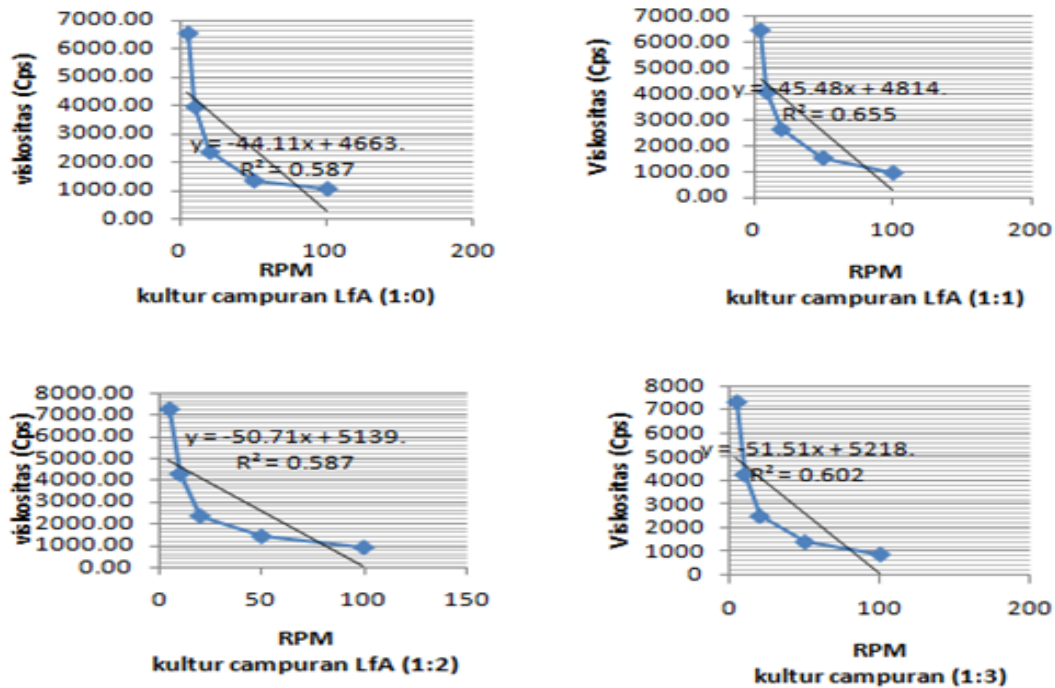
Viskositas juga dipengaruhi oleh proses prigelatinisasi setelah fermentasi. Proses prigelatinisasi terjadi pemanasan pada tepung jagung sehingga menyebabkan molekul air memutuskan ikatan hidrogen sehingga granula akan mengembang secara irreversibel. Hal ini sesuai dengan pendapat Aini dkk (2016) bahwa pada saat suspensi pati dipanaskan, granula yang mulai mengembang sejak mencapai suhu gelatinisasi akan terus mengembang. Selama gelatinisasi, amilosa mengalami *leaching* dari granula pati dan bersama amilopektin menjadi sangat terhidrasi

Rheologi

Rheologi adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan bentuk dan aliran bahan yang biasanya digunakan pada bahan makanan. Pengamatan sifat rheologi dilakukan untuk mengetahui sifat aliran bahan dengan

menggunakan *viscometer Brookfield* (Whistler dan Be Miller, 1994). Hasil pengujian rheologi tepung

jagung dapat dilihat pada Gambar. 6.



Gambar. 6 Rheologi Tepung Jagung

Hasil pengujian rheologi pada modifikasi tepung jagung yang difermentasi dan prigelatinisasi menggunakan kultur campuran terlihat bahwa pada perlakuan LfA (1:0) memiliki nilai rheologi yaitu 6533 Cps yang mengalami penurunan setelah kecepatan ditingkatkan. Perlakuan LfA (1:0) dan LfA (1:2) memiliki nilai determinan yang lebih tinggi, yaitu 7300 pada putaran 5 rpm. Seluruh perlakuan menunjukkan viskositas mengalami penurunan setelah spindle mengalami perubahan kecepatan. Namun, tepung yang memiliki viskositas tinggi pada kecepatan 5 rpm dihasilkan oleh perlakuan LfA (1:3) yaitu 7366 Cps. Perlakuan LfA (1:2) memiliki viskositas yang cukup tinggi juga yaitu 7300 Cps. Peningkatan kecepatan putaran (rpm) spindle yang digunakan berpengaruh terhadap viskositas bahan. Semakin kecil nilai kecepatan geser yang digunakan membuktikan bahwa semakin kental atau viskositas bahan tersebut. Begitupula sebaliknya, semakin besar nilai kecepatan geser yang digunakan, maka viskositas bahans semakin encer. Tingginya viskositas tepung akan menghambat kecepatan putaran spindle pada alat yang digunakan untuk mengukur sifat rheologi tepung. Hal ini didukung oleh Masita dkk (2017) nilai viskositas yang semakin menurun berkorelasi kuat dengan koefisien determinasi. Semakin besar

kecepatan geser (rpm) akan menyebabkan viskositas bahan menurun. Semakin kecil nilai kecepatan geser yang digunakan membuktikan bahwa semakin kental bahan tersebut atau semakin tinggi nilai viskositas.

Penurunan viskositas setelah perubahan kecepatan spindle yang diberikan berkaitan dengan proses fermentasi. Selama fermentasi, enzim α -amilase dihasilkan dan merombak amilosa. Perombakan ini dapat menurunkan ketahanan sifat fisik tepung terhadap kecepatan spindle. Muchtadi dkk, (1992) menyatakan bahwa penurunan viskositas diakibatkan oleh enzim α -amilase mendegradasi amilosa dengan sangat cepat sehingga viskositas menurun dengan cepat pula. Tepung jagung fermentasi terkontrol yang dihasilkan termaksud dalam aliran non-Newtonian Pseudoplastis. Aliran non-Newtonian Pseudoplastis terjadi karena gaya untuk mengalirkannya meningkat sehingga kekentalan bahan mengalami penurunan. Semakin besar gaya yang diberikan, maka aliran cairan semakin lancar atau semakin encer. Penurunan kecepatan gaya disebabkan oleh kandungan pati yang ada pada tepung. Hal ini sesuai dengan pendapat Armanto dan Nurasih (2008) menyatakan bahwa sebagian pati akan terhidrolisis menjadi desktrin sehingga akan membuat viskositas larutan akan menjadi rendah

SIMPULAN

Pemberian konsentrasi kultur campuran *Aspergillus* sp. dan *L. fabifermentans* memberikan pengaruh terhadap sifat rheologi, nilai pH cairan fermentasi, dan kadar air tepung jagung modifikasi yang dihasilkan. Perlakuan LfA (1:3) menghasilkan tepung jagung dengan sifat fisikokimia terbaik dengan kadar amilosa 17.42%, kadar pati 65.31%, kadar air 2.12%, viskositas 1825 Cps dengan sifat rheologi yang termaksud dalam kategori non-Newtonian (pseudoplastis)

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad L. 2009. *Modifikasi fisik pati jagung dan aplikasinya untuk perbaikan kualitas mi jagung [tesis]*. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Aini, N. 2013. *Teknologi Fermentasi Pada Tepung Jagung*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aini, N, Gunawan, W, dan Budi, S. 2016. *Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi*. Agritech. 36 (2) : 160-169.
- Akbar Mukhamad Ryan dan Yuniarta. 2014. Pengaruh Lama Perendaman Na₂S₂O₅ Dan Fermentasi Ragi Tape Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. Vol.2(2). Hal: P.91-102,
- Angraini, R. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat Lactobacillus Fabifermentans dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Jagung*. Skripsi. Makassar : Universitas Negeri Makassar.
- Armanto, R., dan Nurasih, A.S. 2008. *Kajian Konsentrasi Bakteri Asam Laktat Dan Lama Fermentasi Pada Pembuatan Tepung Pati Singkong Asam*. Agritech. 28 (3).
- Bangun, R, S. 2010. *Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat Terhadap Kadar Protein Susu Kedelai*. Skripsi. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ekafitri R. 2009. *Karakterisasi Tepung Lima Varietas Jagung Kuning Hibrida dan Potensinya untuk Dibuak Mie Jagung*. Skripsi. Bogor : IPB
- Ekafitri, R., Kumalasari, R, dan Indianti, N. 2011. Karakteristik Tepung Jagung dan Tapioka serta Mie Instan Jagung yang Dhasilkan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi –IV 5(1)*. Bandar Lampung.
- Fransisca. 2010. *Formulasi Tepung Bumbu dari Tepung Jagung dan Penentuan Umur Simpannya dengan Pendekatan Kadar Air Kritis*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Hatima, H. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Aspergillus sp. dan Waktu Fermentasi terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Jagung*. Skripsi. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Masita Sri, Mohammad Wijaya, Ratnawaty Fadilah. 2017. Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia Tepung Sukun (*Artocarpus Altilis*) dengan Varietas Toddo'puli. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol. 3. hal: S234-S241.
- Marta, S dan Tensiska. 2016. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Jagung Prigelatinisasi Serta Aplikasinya pada Pembuatan Bubur Instan. *Jurnal Penelitian Pangan*. 1 (1) : 14–21.
- Muchtadi, D., N.S. Palupi dan M. Astawan. 1992. *Metode Kimia, Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Polnaya J. Fabby. 2006. Karakterisasi Edible Film Pati Sagu Alami dan Termodifikasi. *Agritech*. 26 (3).
- Pusparani, Syafitri. 2012. Hubungan Antara Hipertensi dan Stroke Hemoragik pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Moewardi Surakarta. Skripsi. Surakarta; FK Universitas Sebelas Maret.
- Risnoyatiningih, S. 2011. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzimatis. *Jurnal Teknik Kimia*. 5 (2).
- Sari Wahyu putu dan Sri Luwihana. 2013. Variasi Konsentrasi ragi Roti terhadap Sifat Kimia, Fisik dan Tingkat Kesukaan Oyek Ubi Jalar (*Ipomea batatas*). *Agrisains*. 4(7).
- Suarni, Firmansyah, dan M. Aqil. 2013. Keragaman Mutu Pati Beberapa Varietas Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 32 (1).
- Suciati, A. 2012. *Pengaruh Lama Perendaman Fermentasi terhadap Kandungan HCN pada Tempe Kacang Koro (Canavalia ensiformis L)*. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Sukainah A, Fauzi, A.A., Muhsin, Z. 2016. Pengaruh Variasi Larutan Perendaman Sukun Terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sukun. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 2: S79-S86
- Sukainah, A., Johannes, E., Putra, R. P. 2016. Isolasi dan Identifikasi Fungi Indigenus pada Fermentasi Spontan Tepung Jagung Bisi 18.
- Sukainah, A., Johannes, E., Putra, R. P. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Indigenus pada Tepung Jagung Bisi 16 selama Proses Fermentasi Spontan. *Prosiding Seminar*



- Nasional PATPI 2017" Peran Ahli Teknologi pangan dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional". 1176.
- Sukainah A, Sudirman, N,A., Yanto, S. 2018. Pengaruh Pengeringan Menggunakan Room Dryer Terhadap Kualitas Tepung Sagu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4. S104-112.
- Suseno, D., Meryandini, A., dan Sunarti, T.C. 2016. Kinerja Fermentasi Sagu Asam Menggunakan Starter Cair Dan Padat Dari Isolat Bakteri Asam Laktat *Indigenous*. *Jurnal teknologi industri pertanian*. Vol. 26 (1) : 111-124.
- Titi, H. dan Zainul, A. 2011. Pengaruh Pre Gelatinisasi Terhadap Karakteristik Tepung Singkong.
- Tuahta, B, Fajar, R, dan usman, P. 2014. Studi Fermentasi untuk Modifikasi Pati Sagu oleh Bakteri Asam Laktat dengan Metode Perendaman. *Jom Faperta*. Vol. 1(2).
- Whistler, R.L and Be Miller, J.N. 1994. *Carbohydrates*. Food Chemistry. Marcel Dekker Inc. New York
- Widyasaputra, R., dan Yowono, S.S. 2013. Pengaruh Fermentasi Alami Chips Terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L*) Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 1 No.1 p.78-89*.
- Yuliana. 2011. *Karakterisasi Prigelatinisasi Pati Singkong Posfat yang Dibuat dengan Menggunakan Natrium Tripolifosfat sebagai Eksipien dalam Sediaan Farmasi*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia