

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Perbanyak Isolat *Lactobacillus plantarum*

Pemanfaatan bakteri asam laktat banyak dilakukan untuk fermentasi pada makanan yaitu dapat digunakan sebagai pengawet dan memperbaiki cita rasa serta tekstur pada suatu bahan pangan. Salah satu bakteri asam laktat yang dapat menguntungkan tersebut yaitu bakteri *Lactobacillus plantarum*. Untuk penggunaannya, dilakukan perbanyakan terlebih dahulu. Dalam proses perbanyakan, dilakukan identifikasi *L. plantarum* yang bertujuan untuk memastikan isolat yang digunakan tidak terkontaminasi oleh bakteri lain selama proses inokulasi hingga fermentasi, karena setiap bakteri memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Proses identifikasi bakteri dilakukan dengan mengamati ciri-ciri morfologi koloni seperti bentuk, warna, dan diameter. Pada hasil pengamatan ini, diketahui karakteristik *L. plantarum* sebagai berikut. Dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Hasil Pengamatan Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Karakteristik	Keterangan
Bentuk sel	Batang
Bentuk koloni	<i>Circular</i>
Bentuk tepi	<i>Crenate</i>
Struktur dalam	<i>Opaque</i>
Bentuk elevasi	<i>Law convex</i>
Gram	Positif
Warna	Putih susu/ putih kekuningan
Diameter	$\pm 2$ mm
Aerobisitas	Fakultatif anaerob

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 3, bakteri *L. plantarum* memiliki bentuk sel batang, bentuk koloni *circular*, bentuk tepi *crenate*, struktur dalam *opaque*, bentuk elevasi *law convex*, isolat bersifat gram positif, berwarna putih susu/ putih kekuningan, berdiameter  $\pm 2$  mm, dan sel bersifat fakultatif anaerob

(lampiran 6). Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan Salminen, *et al* (2004) yang menyatakan bahwa *Lactobacillus plantarum* tidak bergerak dan berbentuk batang (0,5-1,5  $\mu\text{m}$  sampai dengan 1,0-10  $\mu\text{m}$ ). Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian Nguyen, *et al* (2007) yang menunjukkan bahwa *L. plantarum* berbentuk koloni berukuran 2-3 mm, memiliki warna putih *opaque*, dan merupakan bakteri pembentuk asam laktat. Berdasarkan penelitian Arief *et al* (2013), *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang dan bersifat gram positif. Bakteri gram positif memberikan warna ungu saat dilakukan pengecatan gram. Bakteri ini juga memiliki sifat katalase negatif, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, mampu mencairkan gelatin, mampu memproduksi asam laktat, toleran terhadap asam, dan bersifat fakultatif anaerob. Fakultatif anaerob merupakan koloni yang tumbuh di sepanjang kedalaman media MRS *Broth* pada tabung reaksi steril, namun massa sel lebih banyak terdapat pada dasar media. Bakteri *Lactobacillus plantarum* juga dapat meningkatkan keasaman 1,5 sampai 2,0 % pada substrat (Salminen, *et al.*, 2004). Bakteri *L. plantarum* merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif yang dapat bertahan hidup dengan temperatur optimal lebih rendah dari 37 °C.

Pengecekan pH perlu dilakukan dalam proses inokulasi bakteri, karena sebagai indikator pertumbuhan bakteri *L. plantarum* pada media MRS *Broth*. Pada pengamatan pH, hasil yang diperoleh yaitu sebelum inkubasi memiliki pH 6 dan setelah masa inkubasi selama 48 jam, pH *L. plantarum* menurun menjadi 4. Hal ini berarti tingkat keasaman pada media semakin meningkat. Penurunan pH disebabkan oleh aktivitas metabolisme bakteri *L. plantarum* yang dapat mengubah

karbohidrat menjadi energi untuk pertumbuhan asam laktat, air, dan produk akhir lainnya. Menurut Nguyen, *et al* (2007), hasil akhir dari aktivitas *L. plantarum* dalam proses fermentasi yaitu asam laktat. *L. plantarum* dapat merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Suriawiria (1995), menyatakan bahwa asam laktat bersifat mengawetkan bahan pangan dan pH yang rendah dapat menghambat kontaminasi mikroorganisme patogen, mikroorganisme pembusuk, dan mikroorganisme penghasil racun akan mati. Bakteri *L. plantarum* menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH yaitu 3- 4,5, sehingga dapat menghambat bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* yang ada pada bahan pangan.

Bakteri *L. plantarum* dapat membantu dalam proses pembuatan *Mocaf*, untuk itu dibuat starter yang akan digunakan pada proses fermentasi. Bakteri ini mampu menghasilkan enzim selulolitik dan pektinolitik yang mampu menghancurkan dinding sel singkong, sehingga terjadi pembebasan granula pati. Selain itu bakteri ini juga menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis pati menjadi gula, selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Kemudian granula pati akan terhidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Selanjutnya senyawa asam ini akan bercampur dengan tepung, sehingga menghasilkan aroma seperti susu yang dapat menutupi bau dan cita rasa singkong hingga 70 %. Bau dan cita rasa singkong inilah yang kebanyakan kurang disukai oleh konsumen (Subagio, 2007).

## B. Uji Proksimat Singkong Segar

Uji proksimat pada singkong segar disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Rerata hasil uji proksimat pada singkong segar (%)

Varietas	Uji Proksimat Singkong Segar				
	Air	Abu	Serat kasar	Lemak	Karbohidrat
A : Kirik	57,39 b	0,82 a	4,38 c	0,36 b	36,34 b
B : Gambyong	64,86 c	0,49 b	6,13 d	0,28 ba	27,32 c
C : Jawa	57,41 b	0,47 b	1,75 a	0,32 ba	39,58 a
D : Gatotkaca	53,42 a	0,43 b	4,51 c	0,23 ba	39,70 a
E : Bamban	71,59 d	0,45 b	3,42 b	0,17 a	23,50 d

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

### 1. Analisis Kadar Air

Kandungan air dalam bahan pangan dapat menentukan kesegaran dan daya tahan bahan pangan terhadap serangan mikroba. Kandungan air yang tinggi, dapat mempercepat umur simpan dan mempermudah pertumbuhan mikroba, serta dapat mempengaruhi keawetan bahan pangan (Winarno, 2008). Banyaknya kandungan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan dan aktivitas enzim, serta aktivitas mikroba dan kimiawi. Kadar air yang cukup tinggi mengakibatkan aktivitas enzim terus meningkat, hal ini dapat menyebabkan kerusakan singkong menjadi lebih cepat sehingga tidak dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama dan segera dilakukan proses pengolahan lebih lanjut (Susilawati *et al*, 2008). Pada bahan pangan, kadar air juga sangat berpengaruh terhadap kenampakan, tekstur, dan cita rasa. Uji kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang ada pada berbagai macam varietas singkong. Hasil analisis kadar air singkong segar dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan data pada tabel 4, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar air tertinggi yaitu pada varietas Bamban sebesar 71,59 % dan yang memiliki kadar air terendah yaitu varietas Gatotkaca sebesar 53,42 %. Semakin rendah kadar air yang terkandung, maka kualitas singkong semakin baik dan semakin rendah kadar air, maka umbi singkong akan semakin keras. Berdasarkan analisis sidik ragam dengan taraf kesalahan 5 % (lampiran 4a) menunjukkan bahwa adanya pengaruh beda nyata pada uji kadar air dari berbagai macam varietas singkong.

Hal ini terbukti pada hasil penelitian ini bahwa umbi singkong varietas Gatotkaca memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibanding varietas lainnya. Perbedaan kandungan air ini diduga karena perbedaan varietas singkong. Miti (2013), menyatakan bahwa banyaknya varietas singkong, mengakibatkan kandungan nutrisi dan sifat fisik singkong yang bervariasi. Hal ini juga menunjukkan bahwa tanaman singkong mempunyai sifat fisik, tingkat produksi, dan sifat kimia yang bervariasi berdasarkan tingkat kesuburan yang ditinjau dari lokasi penanaman singkong. Umur panen yang berbeda juga akan menghasilkan sifat fisik dan kimia yang berbeda pula (Mitra Agrobisnis dan Agroindustri, 2013).

Pada penelitian Feliana (2014) yaitu singkong dengan varietas Adira memiliki kadar air sebanyak 66,20 %, yang terbukti bahwa kadar air varietas Adira juga berbeda dengan kadar air varietas Kirik, Gambyong, Jawa, Gatotkaca, dan Bamban. Secara umum, singkong mengandung kadar air sebanyak 60,67 % (Mitra Agrobisnis dan Agroindustri, 2013). Hal ini berarti singkong varietas

Kirik, Jawa, dan Gatotkaca memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan singkong secara umum yang artinya mutu singkong lebih baik, sedangkan singkong dengan varietas Gambyong dan Bamban memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan singkong secara umum, sehingga singkong tidak dapat bertahan lebih lama. Menurut Kartasapoetra dkk (1987), pH tanah yang rendah akan menyebabkan ketersediaan hara menurun dan perombakan bahan organik terhambat. Jika persediaan hara dalam tanah rendah, maka umbi tumbuh dan berkembang dangkal di lapisan tanah permukaan yang mengakibatkan rentan kehilangan air karena penguapan, sehingga kadar air yang terkandung dalam singkong berbeda-beda.

## 2. Analisis Kadar Abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan pangan. Kadar abu ditentukan dengan cara mengoksidasikan bahan pada suhu sekitar 500-600 °C dan setelah proses pembakaran selesai, zat yang tertinggal kemudian ditimbang (Amanu dkk, 2014). Pada hasil pembakaran, semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air, CO<sub>2</sub>, dan NH<sub>3</sub>, sedangkan elemen-elemen yang tertinggal sebagai oksidanya. Analisis kadar abu diperlukan untuk mengetahui kadar mineral yang terkandung dalam singkong. Hasil analisis kadar abu pada singkong dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan data pada tabel 4, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar abu tertinggi yaitu varietas Kirik sebesar 0,82 % dan yang memiliki kadar abu terendah yaitu varietas Gatotkaca sebesar 0,43 %. Hasil

analisis sidik ragam dengan taraf kesalahan 5 % (lampiran 4c) menunjukkan bahwa adanya pengaruh beda nyata pada kadar abu dari berbagai macam varietas singkong. Namun hasil analisis DMRT dengan taraf 5 %, varietas Kirik berbeda nyata dengan varietas lainnya, sedangkan varietas Gambyong, Jawa, Gatokaca, dan Bamban memperoleh hasil tidak berbeda nyata.

Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan varietas singkong itu sendiri. Selain itu, perbedaan kadar abu juga diduga disebabkan oleh lingkungan penanaman dan keadaan genetik singkong (Asaoka *et al*, 1992). Dwijoseputro (1980), menyatakan bahwa pengambilan hara dilakukan oleh bulu akar dan bagian akar ditutupi oleh jaringan meristematik yang selalu melakukan pembelahan sel. Bulu-bulu akar tersebut berhubungan langsung dengan partikel koloid tanah dan tiap-tiap partikel koloid tanah dilapisi oleh lapisan yang mengandung mineral terlarut. Kadar abu yang dihasilkan pada masing-masing varietas menandakan banyaknya kandungan mineral yang ada dalam singkong. Apabila dibandingkan dengan kadar abu singkong secara umum hasil penelitian Miti (2013), singkong varietas Kirik, Gambyong, Jawa, Gatokaca dan Bamban masih di bawah standar singkong pada umumnya yaitu sebesar 1 %.

### 3. Analisis Kadar Serat Kasar

Serat kasar merupakan bahan yang tertinggal setelah bahan pangan mengalami proses pemanasan dengan asam dan basa kuat selama 30 menit berturut-turut. Serat kasar juga bagian dari karbohidrat yang telah dipisahkan dari pati. Serat kasar merupakan bahan yang tidak larut dalam alkali dan asam encer pada kondisi spesifik (Sudarmadji dkk, 2007). Terdapat tiga fraksi yang

terkandung dalam serat kasar yaitu selulosa, hemisellulosa, dan lignin. Fraksi-fraksi tersebut dapat dikatakan sebagai fraksi penyusun dinding sel tanaman. Uji kadar serat kasar dilakukan untuk mengetahui perbedaan serat kasar yang terkandung dalam berbagai varietas singkong. Hasil analisis kadar serat kasar pada berbagai varietas singkong dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan data pada tabel 4, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar serat kasar tertinggi yaitu varietas Gambyong sebesar 6,13 % dan yang memiliki kadar serat kasar terendah yaitu varietas Jawa sebesar 1,75 %. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya beda nyata pada kandungan serat kasar dari berbagai macam varietas singkong (lampiran 4e). Hasil analisis DMRT berbeda nyata antar varietas pada serat kasar yang terkandung dalam berbagai macam varietas singkong. Semakin besar kadar serat kasar yang terkandung dalam suatu bahan pangan, maka semakin besar bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna dalam organ manusia.

Perbedaan kandungan serat kasar ini diduga karena perbedaan dari varietas singkong itu sendiri. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mitra Agrobisnis dan Agroindustri (2013), bahwa mutu singkong sangat dipengaruhi oleh varietas, umur, tempat tumbuh, dan perawatan saat masa budidaya. Mutu yang dimaksud adalah nutrisi yang terkandung, maupun sifat fisik dari singkong. Secara umum, singkong segar memiliki kandungan serat kasar sebesar 2,5 %. Berdasarkan data tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa singkong dengan varietas Kirik, Gambyong, Gatokaca, dan Bamban memiliki kadar serat kasar lebih tinggi dibanding singkong secara umum. Sedangkan singkong varietas Jawa memiliki

kadar serat lebih rendah dibanding singkong pada umumnya yaitu sebesar 1,75 %. Kadar serat kasar termasuk indeks dalam menentukan gizi bahan pangan, dengan demikian serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas dalam suatu bahan pangan. Menurut Winarno (2004), serat kasar pada bahan pangan tidak dicerna oleh tubuh, namun memiliki sifat positif bagi gizi dan metabolisme. Pada sensus nasional pengelolaan diabetes di Indonesia menyarankan konsumsi serat sebanyak 25 gram/hari.

#### 4. Analisis Kadar Lemak

Lemak disebut juga dengan lipid, merupakan senyawa organik yang tidak dapat larut dalam air, namun larut dalam pelarut organik non polar seperti dietil eter atau suatu hidrokarbon. Pada penelitian ini, uji kadar lemak menggunakan metode ekstraksi *soxhlet*, prinsip dari metode ini adalah lemak diekstrak dengan pelarut N Hexane. Setelah pelarutnya diuapkan, lemak dapat ditimbang dan dihitung persentasenya. Pengujian kadar lemak dilakukan untuk mengetahui perbedaan kadar lemak dari berbagai macam varietas singkong. Hasil analisis kadar lemak pada berbagai varietas singkong disajikan pada tabel 4.

Berdasarkan tabel 4, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar lemak tertinggi yaitu varietas Kirik sebesar 0,36 % dan yang memiliki kadar lemak terendah yaitu varietas Bamban sebesar 0,17 %. Hasil analisis sidik ragam taraf kesalahan 5 % (lampiran 4f) menunjukkan tidak adanya beda nyata terhadap kadar lemak pada berbagai varietas singkong. Berdasarkan analisis DMRT yang berbeda nyata yaitu varietas Kirik dan Bamban, sedangkan varietas lainnya tidak berbeda nyata.

Perbedaan kandungan lemak ini diduga karena perbedaan dari varietas singkong itu sendiri, meskipun perbedaannya hanya sedikit. Hal ini senada dengan pernyataan Amanu dkk (2014), bahwa perbedaan kadar lemak juga dapat dipengaruhi oleh varietas ubi kayu itu sendiri. Secara umum, singkong segar memiliki kandungan lemak sebesar 0,5 %. Berdasarkan data tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa singkong dengan semua varietas memiliki kandungan lemak lebih rendah dibanding dengan singkong secara umum, yang artinya mutu semua varietas singkong lebih baik dibandingkan singkong secara umum.

#### 5. Analisis Kadar Karbohidrat

Karbohidrat memiliki susunan kimia terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat diklasifikasikan sebagai monosakarida (gula sederhana) yang tidak dapat dihidrolisa untuk menjadi bentuk yang lebih sederhana, disakarida yang dapat dihidrolisa dan memberikan dua molekul monosakarida, oligosakarida yang menghasilkan 3 sampai 10 unit monosakarida, dan polisakarida yang menghasilkan lebih dari 10 sampai 10.000 unit lebih. Tanaman merupakan sumber karbohidrat yang utama, melalui proses fotosintesis senyawa air dari tanah dan karbondioksida dari udara bereaksi dengan sinar matahari dan pigmen klorofil menghasilkan glukosa dan oksigen. Energi yang terbentuk disimpan dalam daun, biji, batang, akar, maupun buah yang akan dilepaskan melalui proses oksidasi makanan dalam tubuh (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2007). Analisis kadar karbohidrat bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar karbohidrat dari berbagai macam varietas singkong.

Hasil analisis kadar karbohidrat pada berbagai varietas singkong dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan tabel 4, menunjukkan bahwa singkong varietas Gatotkaca dan Jawa memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi yaitu 39,70 % dan 39,58 %, sedangkan varietas lainnya memiliki karbohidrat lebih rendah. Hasil analisis sidik ragam dengan taraf kesalahan 5 % (lampiran 4g) menunjukkan adanya beda nyata pada kandungan karbohidrat dari berbagai macam varietas singkong. Perbedaan kadar karbohidrat ini disebabkan oleh perbedaan dari varietas singkong itu sendiri. Selain itu mutu singkong sangat dipengaruhi oleh umur, tempat tumbuh, dan pemupukan pada saat budidaya (Mitra Agrobisnis dan Agroindustri, 2013).

Karbohidrat dapat dibentuk melalui proses fotosintesis. Proses tersebut berbahan dasar  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang terjadi pada tanaman berklorofil dengan bantuan cahaya. Pada proses fotosintesis melibatkan reaksi terang dan reaksi gelap. Pada reaksi terang, keadaan intensitas cahaya tinggi, sehingga dibatasi oleh reaksi kimia yang murni (tidak bergantung pada suhu). Pada reaksi gelap, keadaan intensitas cahaya rendah, sehingga dibatasi oleh reaksi fotokimia (tergantung pada suhu). Pada suatu bahan, kadar pati akan selalu lebih rendah daripada kadar karbohidrat karena pati merupakan bagian dari karbohidrat. Karbohidrat terdiri dari serat kasar dan pati gula, biasanya kadar pati 0,9 dari kadar karbohidrat.

### **C. Uji Proksimat Tepung *Mocaf***

#### **1. Analisis Kadar Protein**

Singkong merupakan sumber energi yang memiliki banyak karbohidrat, namun rendah akan protein. Protein merupakan sumber asam-asam amino yang

mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh karbohidrat dan lemak. Protein berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh dan zat pembangun dan pengatur tubuh (Winarno, 2004). Uji kadar protein pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Kjeldahl yaitu jumlah total kandungan protein dilakukan dengan cara menguji kadar nitrogen dalam singkong, kemudian hasilnya dikonversi dengan mengalikan kadar nitrogen yang didapat dengan faktor koreksi sebesar 6,25. Hasil konversi tersebut merupakan kandungan protein dalam singkong. Protein berfungsi sebagai pembentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada dalam tubuh, oleh karenanya protein sangat penting peranannya bagi tubuh. Molekul protein mengandung besi, tembaga, fosfor, dan belerang (Winarno, 2004).

Pada umumnya penentuan jumlah protein dalam bahan makanan dilakukan berdasarkan penentuan kandungan Nitrogen yang ada dalam bahan. Cara ini kemudian dikembangkan oleh Kjeldahl, seorang ahli kimia Denmark pada tahun 1883 (Tandrianto dkk, 2014). Pengujian kadar protein singkong segar dan tepung *Mocaf* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kadar protein yang ada pada berbagai varietas singkong dari sebelum dan sesudah fermentasi. Hasil analisis kadar protein pada singkong segar dan tepung *Mocaf* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan rerata kadar protein pada singkong segar dan tepung *Mocaf*

Perlakuan	Uji proksimat Protein (%)	
	Singkong	Tepung <i>Mocaf</i>
A : Kirik	0,70 c	0,81 b
B : Gambyong	0,92 b	1,24 a
C : Jawa	0,47 d	0,76 b
D : Gatotkaca	1,71 a	0,88 b
E : Bamban	0,86 b	1,11 a

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan tabel 5, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar protein tertinggi yaitu varietas Gatotkaca sebesar 1,71 % dan yang memiliki kadar protein terendah yaitu varietas Jawa sebesar 0,47 %. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa adanya pengaruh beda nyata pada kadar protein dari berbagai macam varietas singkong (lampiran 4b). Protein terbesar yang terkandung dalam singkong, diduga merupakan kelompok protein kompleks glikoprotein dan lipoprotein, yaitu protein yang terkandung dalam polisakarida dan lipida (Ramadhani, 2017). Perbedaan kadar protein ini diduga karena perbedaan dari varietas singkong itu sendiri.

Setiap varietas singkong memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda. Miti (2013), menyatakan bahwa banyaknya varietas singkong mengakibatkan kandungan nutrisi dan sifat fisik singkong yang bervariasi. Selain itu, banyaknya kandungan air yang terkandung dalam singkong juga mempengaruhi kadar protein yang terkandung. Semakin banyak kadar air pada singkong, maka semakin rendah kandungan protein pada singkong. Hal ini disebabkan karena sifat protein yang dapat larut dalam air. Menurut Hidayat (2009), sebagian besar jenis protein dapat

larut dalam air. Hal ini terbukti dari hasil penelitian ini, singkong varietas Gatotkaca memiliki kadar air terendah dan memiliki kadar protein tertinggi.

Pada umumnya kandungan protein pada singkong segar sebesar 1 % (Miti, 2013). Dengan demikian, singkong varietas Gatotkaca memiliki kandungan protein lebih besar daripada singkong pada umumnya yang artinya mutu dari singkong varietas Gatotkaca baik, ditinjau dari kandungan proteinnya. Dan untuk varietas Kirik, Gambyong, Jawa, dan Bamban memiliki kandungan protein tergolong rendah. Untuk itu perlu adanya pengolahan lebih lanjut terhadap singkong, agar dapat meningkatkan kadar protein seperti pembuatan tepung *Mocaf* yang dalam prosesnya dilakukan fermentasi. Proses fermentasi apabila dilakukan dengan menggunakan bakteri asam laktat dapat meningkatkan kadar protein (Tandrianto dkk, 2014).

Berdasarkan tabel 5, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang memiliki kadar protein tinggi yaitu varietas Gambyong dan Bamban sebesar 1,24 % dan 1,11 %. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh beda nyata pada kadar protein dari berbagai varietas tepung *Mocaf* (lampiran 5a). Kadar protein mengalami peningkatan setelah dilakukan fermentasi oleh bakteri *Lactobacillus plantarum*.

Terjadinya peningkatan kadar protein ini disebabkan oleh proses fermentasi. Kemampuan dari *L. plantarum* untuk mensekresikan beberapa enzim ekstraseluler (protein) ke dalam singkong selama proses fermentasi, atau berkembangnya *L. plantarum* ke dalam singkong dalam bentuk protein sel tunggal selama proses fermentasi. Selain itu, selama fermentasi bakteri *L. plantarum* juga

menghasilkan enzim proteinase. Proteinase akan menghidrolisis protein menjadi peptida yang lebih sederhana. Dengan demikian, adanya kenaikan kadar protein diperoleh dari aktivitas enzim protease yang dihasilkan oleh mikrobia yang ada dalam proses fermentasi (Kurniati dkk, 2012).

Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Tandrianto dkk (2014), yang menjelaskan bahwa fermentasi menggunakan *L. plantarum* menyebabkan kenaikan kadar protein, karena selama fermentasi bakteri *L. plantarum* menghasilkan enzim proteinase. Lamanya waktu fermentasi membuat populasi *Lactobacillus plantarum* semakin meningkat, sehingga menyebabkan kadar protein terlarut juga meningkat. Selain itu Tandrianto juga menjelaskan bahwa peningkatan jumlah protein disebabkan oleh adanya penambahan jumlah mikroorganisme yang berperan sebagai *Single cell protein* (SCP), yaitu protein yang didapat dari mikroorganisme. Protein bercampur dan menempel dengan tepung hasil fermentasi, sehingga protein tersebut mudah terdeteksi pada saat dilakukan pengujian kadar protein.

Namun pada tepung *Mocaf* varietas Gatotkaca mengalami penurunan kadar protein yaitu sebelum dilakukan fermentasi memiliki kadar protein sebesar 1,71 % dan setelah fermentasi turun menjadi 0,88 %. Hal ini terjadi karena pada proses fermentasi *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim protease yang menyebabkan protein kompleks pecah menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino, sehingga meningkatkan kadar protein terlarut. Menurut Hidayat (2009), kebanyakan jenis protein dapat larut dalam air, terutama metionin.

Pada proses fermentasi juga mengakibatkan terjadinya hidrasi, sehingga adanya beberapa protein yang bersifat terlarut dalam air tersebut mengalami *leaching* dan terbuang dalam air perendam. Dengan demikian, protein yang terkandung dalam tepung *Mocaf* mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Perez *et al* (2003), bahwa padatan air perendam mengandung 45-50 % total protein yang berada dalam bentuk asam amino, sehingga terjadi penurunan kadar protein pada saat fermentasi. Menurut Ezela (1984), bahwa fermentasi tepung ubi kayu dapat menyebabkan pengurangan protein sebesar kira-kira 3 % dan adanya perendaman dalam proses fermentasi mempunyai pengaruh terhadap penurunan kadar protein.

Berdasarkan penelitian Subagio *et al* (2008), kandungan protein yang terkandung dalam tepung *Mocaf* maksimal 1,0 %. Dalam penelitian ini, tepung *Mocaf* pada varietas Gambyong dan Bamban memiliki kandungan protein lebih tinggi yaitu 1,24 % dan 1,11 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Tandrianto dkk (2014), bahwa fermentasi singkong dalam pembuatan tepung *Mocaf* mampu menghasilkan kadar protein dan menghasilkan hasil yang terbaik dengan fermentasi selama 72 jam karena memiliki kandungan protein yang tertinggi. Namun tepung *Mocaf* pada varietas Kirik, Jawa, dan Gatotkaca memiliki kandungan protein di bawah 1 % yaitu 0,81 %, 0,76 %, dan 0,88 % yang artinya sesuai dengan penelitian Subagio *et al* (2008) yaitu maksimal 1,0 %. Dengan demikian, perbedaan kadar protein dapat dipengaruhi oleh faktor perbedaan varietas dan aktivitas bakteri pada proses fermentasi.

## 2. Analisis Kadar Pati

Pati merupakan bentuk penting polisakarida yang tersimpan dalam jaringan tanaman, yaitu berupa granula dalam kloroplas daun dan dalam amiloplas biji dan umbi. Setiap jenis pati mempunyai sifat yang berbeda, tergantung dari panjang rantai C-nya. Pati termasuk homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati mempunyai dua fraksi yaitu fraksi yang larut dalam air panas disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut dalam air panas disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4-5 % dari berat total (Winarno, 2004). Pada pati alami, kedua molekul tersebut disatukan berdekatan dalam granula pati mikroskopik. Biasanya, granula mengandung kedua jenis molekul tersebut, dengan kandungan amilosa sekitar 15-30 % dari keseluruhan granula tersebut (Fennema, 1976).

Pada umumnya pati digunakan sebagai sumber hidrokoloid, karena banyaknya sifat fungsional yang dimiliki yaitu baik dalam bentuk asli maupun termodifikasi. Pengujian kadar pati bertujuan untuk mengetahui kandungan pati dari berbagai macam varietas singkong, sehingga dapat diketahui kecocokan dari macam varietas tersebut untuk dijadikan bahan olahan berupa tepung *Mocaf*. Karena tingginya kandungan pati pada singkong merupakan salah satu syarat mutu dari pembuatan tepung *Mocaf* dan juga untuk mengetahui perubahan kandungan pati berbagai varietas singkong dari sebelum dan sesudah fermentasi. Hasil analisis kadar pati pada singkong segar dan tepung *Mocaf* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan rerata kadar pati pada singkong segar dan tepung *Mocaf*

Perlakuan	Uji proksimat Pati (%)	
	Singkong	Tepung <i>Mocaf</i>
A : Kirik	32,50 c	66,14 e
B : Gambyong	23,60 d	75,57 b
C : Jawa	34,40 a	71,35 d
D : Gatotkaca	34,02 b	72,98 c
E : Bamban	19,41 e	77,84 a

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan data pada tabel 6, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar pati tertinggi yaitu varietas Jawa sebesar 34,40 % dan yang memiliki kadar pati terendah yaitu varietas Bamban sebesar 19,41 %. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (lampiran 4d) menunjukkan ada pengaruh beda nyata pada kandungan pati dari berbagai macam varietas singkong. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan varietas singkong itu sendiri. Rendahnya kandungan pati pada singkong varietas Bamban diduga akibat dari meningkatnya komponen-komponen non pati seperti selulosa, hemiselulosa, pectin dan lignin. Peningkatan komponen-komponen non pati tersebut disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen non pati dan penurunan kadar pati (Pantastico, 1975).

Menurut Susilawati *et al* (2008), unsur hara tanah sangat mempengaruhi sintesa pati pada suatu tanaman sehingga terjadi degradasi komponen pati. Selain karena perbedaan varietas, perbedaan kadar pati pada berbagai macam varietas singkong ini diduga juga karena perawatan yang dilakukan petani. Menurut Dwijoseputro (1980), kekurangan C/N dalam tanaman, meskipun dalam stadium permulaan akan menurunkan hasil produksi. Berdasarkan karakteristik singkong secara umum, singkong memiliki kandungan pati sebesar 35,93 % (Mitra

Agrobisnis dan Agroindustri, 2013). Dengan demikian, hasil yang mendekati singkong secara umum yaitu varietas Jawa dan Gatotkaca, sedangkan varietas Bamban masih tergolong sangat rendah.

Berdasarkan tabel 6, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang memiliki kadar pati tertinggi yaitu varietas Bamban sebesar 77,84 % dan yang memiliki kadar pati terendah yaitu varietas Kirik 66,14 %. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh beda nyata pada kadar pati dari berbagai varietas tepung *Mocaf* (lampiran 5b). Pada penelitian Subagio, *et al* (2008), kadar pati yang terkandung dalam tepung *Mocaf* berkisar 85-87%. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian ini, semua varietas masih tergolong lebih rendah kadar patinya. Dalam SNI, tidak ditentukan persyaratan kandungan pati pada tepung *Mocaf*.

Perbedaan kadar pati pada tepung *Mocaf* ini diduga karena perbedaan dari varietas singkong. Sedangkan peningkatan kadar pati diduga karena adanya proses fermentasi pada saat pembuatan tepung *Mocaf*. Dalam fermentasi, aktivitas bakteri mampu membentuk pati, sehingga kadar pati pada semua varietas meningkat. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Tandrianto dkk (2014), menyatakan bahwa lamanya waktu fermentasi membuat populasi *Lactobacillus plantarum* semakin meningkat, sehingga membuat kadar pati terlarut juga meningkat, pernyataan tersebut dapat dihubungkan dengan pernyataan Nusa dkk (2012), yang menyatakan bahwa pada proses fermentasi pembuatan *Mocaf* memanfaatkan bakteri asam laktat yang mampu menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong, sehingga terjadi

pembentukan pati yang dapat larut. Semakin banyak starter, maka pati yang terbentuk akan semakin meningkat.

### 3. Analisis Kadar Serat Pangan

Serat pangan merupakan salah satu komponen penting makanan dan telah diketahui mempunyai banyak manfaat bagi tubuh terutama dalam mencegah berbagai penyakit. Definisi fisiologis serat pangan adalah sisa sel tanaman setelah dihidrolisis enzim pencernaan manusia. Sedangkan definisi kimianya adalah polisakarida bukan pati dari tumbuhan ditambah lignin. Menurut Pomeranz dan Meloan (1987), serat pangan merupakan seluruh komponen makanan yang tidak rusak oleh enzim pencernaan manusia. Serat pangan dapat digolongkan menjadi serat larut yaitu terdiri dari pektin, gum, B-glukan dan *psyllium seed husk* (PSH) dan serat tidak larut yaitu terdiri dari karbohidrat yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan non karbohidrat yang mengandung lignin. Bagi tubuh manusia, kurangnya asupan serat dalam waktu lama menyebabkan resiko terserang penyakit seperti jantung koroner, kanker kolon, dan diabetes melitus. Risiko kanker ini dapat diturunkan dengan meningkatkan asupan serat, terutama serat tak larut (Suyono, 2001). Pengujian kadar serat pangan bertujuan untuk mengetahui kadar serat pangan dari berbagai varietas tepung *Mocaf*. Hasil analisis kadar serat pangan disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata kadar serat pangan hasil fermentasi tepung *Mocaf* (%)

Perlakuan	Serat Pangan
A : Kirik	11,60 a
B : Gambyong	8,41 c
C : Jawa	8,33 c
D : Gatotkaca	8,65 cb
E : Bamban	9,04 b

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan tabel 7, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang memiliki kadar serat pangan tertinggi yaitu varietas Kirik sebesar 11,60 % dan uji DMRT menunjukkan beda nyata antara varietas Kirik dan varietas lainnya. Yang kedua yaitu varietas Bamban memiliki kadar serat pangan sebesar 9,04 %, dan yang lainnya memiliki kandungan serat pangan lebih rendah jika dilihat dari angkanya. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya beda nyata pada kadar serat pangan dari berbagai varietas tepung *Mocaf* (lampiran 5c). Hal ini disebabkan oleh perbedaan dari varietas singkong itu sendiri, meskipun tidak terlalu besar perbedaannya. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar serat pangan lebih tinggi dibandingkan dengan kadar serat kasar dari semua varietas. Hal ini sejalan dengan pernyataan Beck (2011), bahwa nilai zat serat kasar selalu lebih rendah dari serat pangan, kurang lebih hanya seperlima dari seluruh nilai serat pangan.

Pada mutu serat pangan dari tepung *Mocaf* tidak ditentukan batas ketentuan dari SNI. Menurut Winarno (2004), serat pada makanan mampu mencegah berbagai macam penyakit seperti kanker usus besar, diare, sembelit, wasir, dan jantung koroner.

#### 4. Analisis Kadar HCN

*Cyanogenic* merupakan senyawa racun, karena senyawa tersebut melepaskan hidrogen sianida (HCN) dari hidrolisis enzymatic. Secara alami HCN terdapat sebagai glikosida sinogenik. Singkong merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung komponen racun *cyanogenic glycosides* dan sejumlah kecil *lotaustralin* (ethyl linamarin). Glikosida sinogenik yang terdapat pada singkong disebut Linamarin dengan nama kimia *glikosida aseton sianohidrin* (Winarno, 2002). Hidrogen sianida merupakan salah satu senyawa dari berbagai contoh senyawa sianida lainnya dengan nama lain formonitrile. Dalam bentuk cairan HCN disebut dengan nama asam prussit dan asam hidrosianida. HCN dapat berwarna biru pucat apabila dalam kondisi suhu kamar (Muchtadi, 1989).

Hidrogen sianida (HCN) atau disebut dengan Asam sianida, biasanya ditemui dalam bentuk gas atau larutan dan juga dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. HCN yang murni bersifat tidak berwarna dan mudah menguap. HCN dikenal sebagai racun yang mematikan. Apabila suatu komoditi dihancurkan, rusak, dikunyah atau mengalami pengirisan, maka HCN akan keluar (Kurniawan, 2010). Menurut Steinkraus (1983), menyatakan bahwa HCN menguap pada suhu 25,7 °C dan konsentrasi di udara yang di ijinakan untuk manusia adalah 10-11 mg/ kg. Mengingat bahayanya HCN bagi tubuh manusia, perlu adanya pengolahan lebih lanjut pada singkong seperti pembuatan tepung *Mocaf* untuk menurunkan kadar HCN tersebut. Tujuan dari analisis kadar HCN yaitu untuk mengetahui kandungan HCN yang ada pada berbagai varietas singkong. Agar dapat membedakan bahan pangan mana yang aman untuk

dikonsumsi dan juga untuk mengetahui penurunan kadar asam sianida selama proses pembuatan tepung *Mocaf*. Hasil analisis kadar HCN pada tepung *Mocaf* dari berbagai varietas singkong dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan rerata kadar HCN pada singkong segar dan tepung *Mocaf*

Perlakuan	Uji proksimat HCN (ppm)	
	Singkong	Tepung <i>Mocaf</i>
A : Kirik	104,31 b	18,04 a
B : Gambyong	104,71 b	27,58 c
C : Jawa	81,65 a	22,25 b
D : Gatotokaca	157,48 d	23,27 b
E : Bamban	146,81 c	18,10 a

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan tabel 8, menunjukkan bahwa singkong yang memiliki kadar HCN tertinggi yaitu varietas Gatotokaca sebesar 157,48 ppm dan yang memiliki kadar HCN terendah yaitu varietas Jawa sebesar 81,65 ppm. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa adanya pengaruh beda nyata pada kadar HCN dari berbagai varietas singkong (lampiran 4h). Perbedaan kadar HCN ini diduga karena perbedaan varietas dari singkong. Konsentrasi HCN dalam singkong segar menurun dari bagian kulit ke daging umbi bagian dalam. Konsentrasi linamarin berbeda antar bagian umbi dan antar umbi pada varietas yang sama (Suismono dan Damardjati, 1992). Tjiptadi (1985), menyatakan bahwa kadar HCN pada umbi selain ditentukan oleh varietas, juga dipengaruhi oleh keadaan tanah, umur, iklim, dan cara bertanam serta pemupukan.

Menurut Sosrosoedardjo (1983), singkong yang tidak berbahaya memiliki kadar HCN kurang dari 50 ppm, singkong yang agak beracun memiliki kadar HCN sebanyak 50-80 ppm, singkong yang beracun memiliki kadar HCN

sebanyak 80-100 ppm, dan singkong yang sangat beracun, memiliki kadar HCN lebih dari 100 ppm. Darjanto dan Murjati (1980), menyatakan bahwa singkong dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu golongan yang tidak beracun dengan kadar HCN kurang dari 40 ppm (rasa tidak pahit), golongan yang beracun sedang dengan kadar HCN 40-100 ppm (agak pahit), dan golongan sangat beracun yang mengandung HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit).

Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan bahwa singkong dengan varietas Kirik, Gambyong, Gatotkaca dan Bamban tergolong ke dalam singkong yang sangat beracun, karena memiliki kadar HCN di atas 100 ppm yang artinya rasanya pahit. Sedangkan singkong dengan varietas Jawa tergolong ke dalam singkong yang beracun sedang, karena memiliki kadar HCN sebesar 81,65 ppm yang artinya rasanya agak pahit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa singkong dengan lima varietas tersebut tidak aman untuk dikonsumsi apabila tidak dilakukan pengolahan yang dapat menurunkan kadar HCN yang terdapat pada singkong.

Berdasarkan tabel 8, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang memiliki kadar HCN tertinggi yaitu varietas Gambyong sebesar 27,58 ppm, yang kedua yaitu varietas Gatotkaca memiliki kadar HCN sebesar 23,27 ppm, yang ketiga yaitu varietas Jawa memiliki kadar HCN sebesar 22,25 ppm, yang keempat yaitu varietas Bamban memiliki kadar HCN sebesar 18,10 ppm, dan yang memiliki kadar HCN terendah yaitu varietas Kirik sebesar 18,04 ppm. Hasil analisis sidik ragam dengan taraf kesalahan 5% (lampiran 5d) menunjukkan adanya pengaruh beda nyata pada kadar HCN dari berbagai varietas tepung *Mocaf*. Semakin rendah

kandungan HCN pada suatu bahan pangan, maka semakin baik mutu dari bahan pangan tersebut dan aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan tabel 8, tepung *Mocaf* pada semua varietas mengalami penurunan kadar HCN. Hal ini disebabkan karena Asam sianida bersifat mudah menguap di udara terutama pada suhu di atas 25,7 °C, sehingga pada saat penjemuran di bawah sinar matahari dalam proses pembuatan tepung *Mocaf* HCN dapat terurai sampai 80 %. Selain itu, asam sianida juga bersifat mudah larut dalam air, oleh karena itu proses pencucian dapat mengurangi racun asam sianida. Penghilangan kadar HCN dapat juga dilakukan dengan cara perendaman dan fermentasi. Perendaman dapat melarutkan senyawa linamarin dan lotaustralin, serta memacu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menguraikan racun menjadi asam organik. Sedangkan fermentasi adalah salah satu metode yang dapat mengurangi glukosida sianogenik pada singkong. Fermentasi juga menghasilkan senyawa volatile yang memberikan flavor unik pada produk (Amanu dkk, 2014). Uraian tersebut senada dengan penjelasan Kurniati (2012) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa penurunan kadar HCN disebabkan karena mikroorganisme mampu memecah sianogenik glikosida dan produk turunannya. Fermentasi singkong bertujuan inaktivasi enzim linamarase sehingga tidak bisa mengkatalisis pembentukan HCN. Selain itu produk olahan singkong yang dilakukan perendaman dan pencucian dengan air panas, juga dapat menurunkan kadar HCN karena HCN mudah larut dalam air dan mempunyai titik didih 29 °C. Selain itu proses pengeringan juga dapat menurunkan kadar HCN pada singkong. Tinggi

rendahnya kandungan HCN pada singkong setelah fermentasi dan penepungan dipengaruhi oleh cara pembuatan tepung *Mocaf* itu sendiri (Arum, 2011).

Standar mutu menurut SNI 7622-2011 yaitu tepung *Mocaf* mengandung HCN maksimal 10 ppm. Dalam penelitian ini, tepung *Mocaf* dengan semua varietas belum memenuhi standar mutu menurut SNI, karena memiliki kadar HCN di atas 10 ppm yaitu dengan kadar HCN tertinggi sebesar 27,58 ppm dan terendah 18,04 ppm. Menurut FAO (*Food Agricultural Organization*), kandungan sianida 50 mg/kg (ppm) pada bahan masih aman untuk dikonsumsi manusia. Berdasarkan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) sianida yang masih dapat dikonsumsi, untuk makanan dan minuman siap saji sebesar 1 ppm, sedangkan batas aman untuk produk olahan kacang-kacangan dan umbi-umbian sebesar 50 ppm (Kusumawardhani dkk, 2015). Dengan demikian, tepung *Mocaf* hasil penelitian ini masih aman untuk dikonsumsi, namun memiliki mutu yang kurang baik ditinjau dari kadar HCNnya.

##### 5. Analisis Kadar Derajat Putih

Pada produk pangan, warna merupakan daya tarik utama konsumen sebelum mengenal dan menyukai sifat-sifatnya. Pada penelitian ini, pengujian derajat putih diamati secara kuantitatif dengan metode Cromameter yang menggunakan sistem warna Hunter Lab yang menghasilkan tiga atribut yaitu L, a dan b. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Semakin cerah sampel yang diukur maka nilai L mendekati 100 (putih). Sebaliknya semakin gelap, maka nilai L mendekati 0 (hitam). Sedangkan nilai a merupakan pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau, dan nilai b merupakan pengukuran warna

kromatik campuran kuning-biru. Derajat putih menyatakan tingkat keputihan pati menggunakan pembanding BaSO<sub>4</sub> yang nilai derajat putihnya 100 %. Data hasil uji derajat putih tepung *Mocaf*, dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Uji Derajat putih tepung *Mocaf*

Perlakuan	Derajat putih		
	L	a	b
A : Kirik	91,92 b	3,65 b	1,43 ba
B : Gambyong	91,28 d	3,65 b	1,43 ba
C : Jawa	92,19 a	3,68 a	0,64 c
D : Gatotkaca	91,52 c	3,57 c	1,15 b
E : Bamban	91,53 c	3,69 a	1,70 a

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

\*Notasi L menyatakan parameter kecerahan (Light) mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai L menyatakan kecahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih abu-abu dan hitam.

\*Notasi a menyatakan kromatik campuran merah-hijau. Nilai +a (positif) dari 0 sampai +100 untuk warna merah. Nilai -a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau.

\*Notasi b menyatakan kromatik campuran biru-kuning. Nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning. Nilai -b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.

Berdasarkan tabel 9, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang memiliki derajat putih (L) tertinggi yaitu varietas Jawa sebesar 92,19, yang kedua yaitu varietas Kirik memiliki derajat putih (L) sebesar 91,92, yang ketiga yaitu varietas Bamban memiliki derajat putih (L) sebesar 91,53, yang keempat yaitu varietas Gatotkaca memiliki derajat putih (L) sebesar 91,52, dan yang memiliki derajat putih (L) terendah yaitu varietas Gambyong sebesar 91,28. Hasil analisis sidik ragam uji derajat putih dengan taraf kesalahan 5 % (lampiran 5e, 5f, 5g) menunjukkan bahwa ada pengaruh beda nyata pada derajat putih tepung *Mocaf* dari berbagai macam varietas singkong. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan varietas. Pada berbagai varietas singkong memiliki kandungan nutrisi yang

berbeda-beda, sehingga menghasilkan derajat putih yang berbeda-beda pula. Sifat nutrisi yang dapat mempengaruhi derajat keputihan pada tepung *Mocaf* adalah protein. Menurut Kurniawan (2010), kandungan protein yang ada pada tepung singkong dapat menyebabkan warna coklat saat pengeringan atau pemanasan.

Reaksi pencoklatan pada bahan pangan, umumnya terjadi karena reaksi *maillard* enzimatis atau non-enzimatis. Reaksi ini melibatkan gula pereduksi dengan gugus amino dari asam amino atau protein. Proses pemanasan yang dilakukan selama pengolahan mengakibatkan terjadinya reaksi *maillard* non-enzimatis. Asam amino yang menjadi penyusun utama peptide, dan protein akan bereaksi dengan gula pereduksi yang mengandung gugus aldehid atau keton. Sehingga menyebabkan terbentuknya warna coklat, perubahan *flavor* dan aroma pada bahan pangan tersebut. Reaksi *maillard* akan berlangsung cepat selama proses pengolahan pada suhu tinggi, namun akan berlangsung lebih lambat selama penyimpanan (Kusnandar, 2010). Uraian tersebut menjelaskan bahwa kadar protein yang terkandung dalam singkong berpengaruh terhadap derajat keputihan pada tepung *Mocaf*.

Semakin banyak kandungan protein yang ada pada tepung *Mocaf*, maka tingkat kecerahan tepung *Mocaf* semakin menurun. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa kadar protein pada tepung *Mocaf* varietas Jawa sebanyak 0,76 % yaitu terendah dibanding varietas lainnya, sehingga menghasilkan tepung *Mocaf* yang lebih putih. Sedangkan tepung *Mocaf* yang memiliki tingkat kecerahan terendah yaitu pada varietas Gambyong, hal ini sejalan dengan tingginya kandungan protein tepung *Mocaf* varietas Gambyong

dibanding varietas lainnya yaitu sebanyak 1,24 %. Berdasarkan syarat mutu SNI yang ditetapkan oleh BSN (Badan Standardisasi Nasional), uji derajat keputihan tepung *Mocaf* dari semua varietas sudah memenuhi syarat mutu tepung *Mocaf* yaitu minimal memiliki tingkat kecerahan 87. Sedangkan derajat putih dari semua varietas memiliki tingkat kecerahan di atas 87 yang artinya tergolong berwarna putih.

#### D. Uji Organoleptik Tepung *Mocaf*

##### 1. Warna

Menurut Kartika dkk (1998), bahwa uji warna merupakan salah satu indikator yang menentukan suatu bahan pangan diterima atau tidaknya oleh konsumen. Penilaian warna berdasarkan tingkat keputihan *Mocaf* yang dilakukan oleh panelis dengan menggunakan *score sheet* warna tepung *Mocaf* yaitu digunakan angka 1 sebagai nilai terendah yang artinya tingkat keputihan *Mocaf* semakin menurun, dan menggunakan angka 4 sebagai nilai tertinggi yang artinya warna *Mocaf* semakin putih menurut indera sensori penglihatan panelis. Kemudian hasil penilaian dimasukkan dalam rumus dan di hitung rata-ratanya. Data hasil perhitungan warna dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Uji organoleptik warna tepung *Mocaf*

Tingkat keputihan	Rata-rata skor
A : Kirik	3.5
B : Gambyong	3.3
C : Jawa	3.4
D : Gatokaca	3.3
E : Bamban	3.3

Keterangan :

Nilai 1 = sangat kuning

Nilai 2 = kuning

Nilai 3 = sedikit kuning

Nilai 4 = putih

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 10, warna tepung *Mocaf* varietas Kirik memperoleh rata-rata skor tertinggi yaitu sebanyak 3,5 yang artinya tepung *Mocaf* berwarna putih berdasarkan pengamatan panelis. Sedangkan yang menduduki peringkat ke dua yaitu tepung *Mocaf* varietas Jawa dengan memperoleh rata-rata skor sebanyak 3,4 dan yang lainnya sama-sama memperoleh rata-rata skor 3,3 yang artinya warna tepung *Mocaf* sedikit kekuningan berdasarkan pengamatan yang dilakukan panelis. Pengamatan warna secara fisik atau visual manusia tidak terlalu banyak perbedaan, karena tingkat keputihan dari tepung *Mocaf* berbeda tipis, sehingga sulit membedakan tingkat keputihannya oleh indera penglihat karena warna kekuningan pada tepung tidak terlalu mencolok.

Warna kekuningan pada tepung *Mocaf* diduga akibat terjadinya reaksi pencoklatan (browning) pada saat proses pengeringan, sehingga menyebabkan warna tepung *Mocaf* sedikit kekuningan. Menurut Desrosier (1987), pencoklatan non enzimatis terjadi pada saat bahan mendapat perlakuan panas dalam keadaan lembab. Pada proses pengeringan, tepung *Mocaf* mengalami perubahan dari singkong segar yang semula berwarna putih menjadi putih sedikit kekuningan. Perubahan warna ini kemungkinan disebabkan oleh enzim yang kontak dengan udara (Garnida *et al*, 2000). Perubahan warna tepung *Mocaf* juga diduga pada saat proses pengupasan tidak dilakukan perendaman. Warna tepung *Mocaf* sangat dipengaruhi oleh kandungan polifenol yang ada pada umbi singkong. Polifenol menyebabkan terjadinya pencoklatan enzimatis, yaitu reaksi polifenolase dan oksigen yang terdapat di udara. Enzim tersebut keluar jika terjadi luka pada umbi.

Warna putih pada tepung *Mocaf* diduga karena perbedaan varietas singkong itu sendiri. Dari berbagai varietas singkong memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda, seperti contoh kandungan protein yang terdapat pada singkong yang berbeda varietas, akan berbeda pula kadar proteinnya. Tingkat keputihan tertinggi pada varietas Kirik dan Jawa, hal ini dikarenakan dua varietas tersebut memiliki kandungan protein dua terendah dari varietas lainnya. Tepung *Mocaf* varietas Kirik memiliki kandungan protein sebesar 0,81 % dan varietas Jawa sebesar 0,76 %. Semakin rendah kandungan protein, dapat menghasilkan tepung *Mocaf* yang lebih putih. Protein dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan dan pemanasan (Subagio *et al*, 2008). Untuk pembuatan produk tepung diperlukan singkong yang tidak banyak mengandung protein. Tepung yang mengandung protein lebih dari 2 % (Kurniawan, 2010). Berdasarkan syarat mutu *Mocaf* menurut SNI 7622-2011 mengenai warna yaitu putih. Dengan demikian, tepung *Mocaf* dari varietas Kirik dan Jawa memiliki warna terbaik dari varietas yang lain yaitu berwarna putih, sehingga sudah memenuhi standar mutu tepung *Mocaf*.

## 2. Aroma

Pengujian karakteristik aroma tepung *Mocaf* secara organoleptik dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas hasil tangkapan dengan menggunakan indera penciuman. Aroma tepung *Mocaf* yang digunakan sebagai bahan baku pangan sangat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen pada produk akhir yang dihasilkan. Timbulnya bau ini disebabkan oleh zat bau tersebut mudah menguap, sedikit larut air dan lemak (De Mann, 1989). Pengujian aroma

dilakukan dengan menggunakan *score sheet* aroma tepung *Mocaf* yaitu dengan menggunakan angka 1 sebagai nilai terendah yang artinya tepung *Mocaf* sangat beraroma singkong dan angka 4 sebagai nilai tertinggi yang artinya tepung *Mocaf* memiliki aroma netral. Kemudian hasil uji aroma tepung *Mocaf* dihitung menggunakan rumus dan di hitung rata-ratanya. Data hasil perhitungan aroma dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Uji organoleptik aroma tepung *Mocaf*

Tingkat aroma/ bau	Rata-rata skor
A : Kirik	2.9
B : Gambyong	1.6*
C : Jawa	3.5
D : Gatotkaca	2.7
E : Bamban	3.2

Keterangan :

Nilai 1 = sangat beraroma singkong

Nilai 2 = beraroma singkong

Nilai 3 = sedikit beraroma singkong

Nilai 4 = netral / tidak beraroma

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 11, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* yang menghasilkan rata-rata skor tertinggi yaitu varietas Jawa sebesar 3,5 yang artinya aroma tepung *Mocaf* netral menurut pengamatan panelis, yang kedua yaitu varietas Bamban menghasilkan rata-rata skor sebesar 3,2, yang ketiga yaitu varietas Kirik menghasilkan rata-rata skor sebesar 2,9, yang keempat yaitu varietas Gatotkaca menghasilkan rata-rata skor sebanyak 2,7, dan yang memperoleh rata-rata skor terendah yaitu varietas Gambyong sebesar 1,6 yang artinya tepung *Mocaf* sangat beraroma singkong menurut pengamatan panelis, dan untuk tanda (\*) aroma tepung lebih cenderung pada bau apek.

Terjadinya perubahan tepung *Mocaf* dari beraroma singkong menjadi netral karena hasil hidrolisis yang berupa monosakarida dapat menjadi bahan baku pembentukan asam-asam organik, sehingga menghasilkan cita rasa tertentu yang dapat menutupi cita rasa singkong (Widya, 2011). Menurut Amanu dkk (2014), menyatakan bahwa proses fermentasi juga berperan dalam memicu terbentuknya asam laktat. Ketika bakteri memecah selulosa dan melubangi dinding granula pati dan dihasilkan glukosa, glukosa akan diubah oleh bakteri tertentu menjadi asam laktat yang baunya seperti susu. Bau ini yang menutupi bau khas singkong, sehingga bau tepung *Mocaf* menjadi netral.

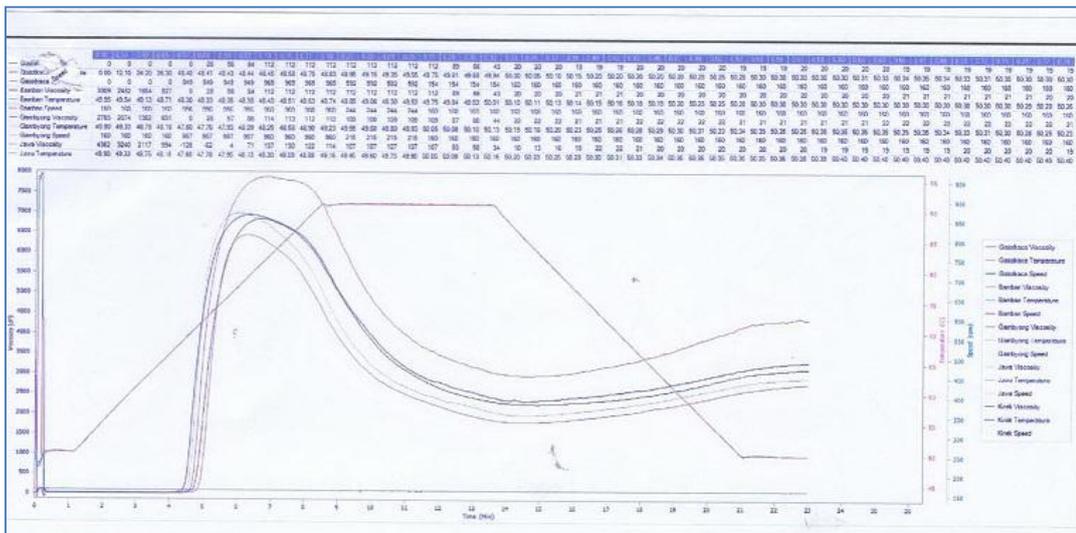
Tepung *Mocaf* yang sangat beraroma singkong dan cenderung apek diduga disebabkan saat proses pengeringan di bawah sinar matahari, pada hari pertama pengeringan varietas Gambyong pada saat penyimpanan masih lembab. Karena pada tahap pengeringan, cuaca kurang mendukung dan ketika pengeringan membutuhkan waktu lebih lama, sehingga mengakibatkan bau apek hingga tahap penepungan pada tepung *Mocaf*. Berdasarkan penelitian Hidayat, *et al* (2009), menyatakan bahwa waktu pengeringan yang lebih singkat dapat meminimalisasi terbentuknya bau menyimpang akibat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan. Berdasarkan syarat mutu *Mocaf* menurut SNI 7622-2011 mengenai aroma tepung *Mocaf* yaitu normal atau netral. Dengan demikian, tepung *Mocaf* dengan varietas Jawa dan Bamban sudah memenuhi standar mutu tepung *Mocaf*, karena memiliki bau yang tergolong normal atau netral. Sedangkan untuk varietas Gambyong belum memenuhi standar mutu tepung *Mocaf* menurut SNI. Untuk varietas Kirik dan Gatotkaca masih memiliki kualitas aroma lebih baik dari

varietas Gambyong, karena memiliki aroma mendekati netral (sedikit beraroma singkong).

### E. Uji Sifat Fisik Tepung *Mocaf*

Viskositas merupakan resistensi atau ketidakmauan bahan mengalir apabila dikenai gaya (mengalami penegangan) atau gesekan internal dalam cairan dan merupakan suatu ukuran terhadap kecepatan aliran (Efendi, 2010). Pada pengujian menggunakan RVA, kadar air merupakan faktor yang sangat penting karena perhitungan perbandingan tepung dan air untuk pengukuran RVA menggunakan basis kering. Pada penelitian ini, sifat fisik yang diuji yaitu tepung *Mocaf* dari varietas Kirik, Gambyong, Jawa, Gatotkaca, dan Bamban. Gambar amilogram pengujian fisik tepung *Mocaf* berbagai varietas disajikan pada gambar 2, sedangkan gambar amilogram pervarietas dilampirkan pada lampiran 9.

Gambar 2. Perbedaan sifat fisik tepung *Mocaf* pada berbagai varietas



Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan tepung *Mocaf*. Hasil pengujian sifat fisik tepung *Mocaf* dari berbagai varietas menggunakan alat RVA dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji sifat fisik tepung *Mocaf* pada alat RVA

Test	Peak viscosity (BU)	Holding (BU)	Breakdown (BU)	Final Visc (BU)	Setback (BU)	Peak Time (menit)	Pasting Temp (°C)
Kirik	6838	2241	4597	3135	894	6.67	69.7
Gambyong	7887	2960	4927	4362	1402	6.93	69.2
Jawa	6990	1980	5010	2917	937	6.07	68.5
Gatokaca	6946	2323	4623	3309	986	6.33	67.8
Bamban	6445	1810	4635	2765	955	6.27	70.35

Pada gambar 2, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* pada varietas Kirik mengalami gelatinisasi pati pada suhu 69,70 °C (*Pasting Temp*) selama 4,6 menit. Pada fase ini suhu ditingkatkan secara perlahan, dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas mulai meningkat. Kemudian campuran mengalami viskositas puncak sebesar 6838 BU (*Peak viscosity*) yang memerlukan waktu selama 6,67 menit (*Peak Time*). Selanjutnya saat temperatur-tetap meningkat dan terus dilakukan pengadukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan yang menyebabkan viskositas mengalami penurunan sebesar 2241 BU ( *Holding*), sehingga viskositas berubah menjadi 4597 BU (*Breakdown*). Hal ini menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Kemudian campuran didinginkan yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati atau menunjukkan kemampuan untuk meretrogradasi, sehingga viskositas mengalami perubahan sebesar 894 BU (*Setback*) yang mengakibatkan terbentuknya gel, dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir sebesar 3135 BU (*Final Viscosity*).

Tepung *Mocaf* pada varietas Gambyong mengalami gelatinisasi pati pada suhu 69,20 °C (*Pasting Temp*) selama 4,5 menit. Pada fase ini suhu ditingkatkan secara perlahan, dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas mulai

meningkat. Kemudian campuran mengalami viskositas puncak sebesar 7887 BU (*Peak viscosity*) yang memerlukan waktu selama 6,93 menit (*Peak Time*). Selanjutnya saat temperatur-tetap meningkat dan terus dilakukan pengadukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan yang menyebabkan viskositas mengalami penurunan sebesar 2960 BU ( *Holding*), sehingga viskositas berubah menjadi 4927 BU (*Breakdown*). Hal ini menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Kemudian campuran didinginkan yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati atau menunjukkan kemampuan untuk meretrogradasi, sehingga viskositas mengalami perubahan sebesar 1402 BU (*Setback*) yang mengakibatkan terbentuknya gel, dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir sebesar 4362 BU (*Final Viscosity*).

Tepung *Mocaf* pada varietas Jawa mengalami gelatinisasi pati pada suhu 68,50 °C (*Pasting Temp*) selama 4,4 menit. Pada fase ini suhu ditingkatkan secara perlahan, dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas mulai meningkat. Kemudian campuran mengalami viskositas puncak sebesar 6990 BU (*Peak viscosity*) yang memerlukan waktu selama 6,07 menit (*Peak Time*). Selanjutnya saat temperatur-tetap meningkat dan terus dilakukan pengadukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan yang menyebabkan viskositas mengalami penurunan sebesar 1980 BU ( *Holding*), sehingga viskositas berubah menjadi 5010 BU (*Breakdown*). Hal ini menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Kemudian campuran didinginkan yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati atau menunjukkan

kemampuan untuk meretrogradasi, sehingga viskositas mengalami perubahan sebesar 937 BU (*Setback*) yang mengakibatkan terbentuknya gel, dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir sebesar 2917 BU (*Final Viscosity*).

Tepung *Mocaf* pada varietas Gatotkaca mengalami gelatinisasi pati pada suhu 67,80 °C (*Pasting Temp*) selama 4,3 menit. Pada fase ini suhu ditingkatkan secara perlahan, dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas mulai meningkat. Kemudian campuran mengalami viskositas puncak sebesar 6946 BU (*Peak viscosity*) yang memerlukan waktu selama 6,33 menit (*Peak Time*). Selanjutnya saat temperatur-tetap meningkat dan terus dilakukan pengadukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan yang menyebabkan viskositas mengalami penurunan sebesar 2323 BU (*Holding*), sehingga viskositas berubah menjadi 4623 BU (*Breakdown*). Hal ini menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Kemudian campuran didinginkan yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati atau menunjukkan kemampuan untuk meretrogradasi, sehingga viskositas mengalami perubahan sebesar 986 BU (*Setback*) yang mengakibatkan terbentuknya gel, dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir sebesar 3309 BU (*Final Viscosity*).

Tepung *Mocaf* pada varietas Bamban mengalami gelatinisasi pati pada suhu 70,35 °C (*Pasting Temp*) selama 4,7 menit. Pada fase ini suhu ditingkatkan secara perlahan, dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas mulai meningkat. Kemudian campuran mengalami viskositas puncak sebesar 6445 BU

(*Peak viscosity*) yang memerlukan waktu selama 6,27 menit (*Peak Time*). Selanjutnya saat temperatur-tetap meningkat dan terus dilakukan pengadukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan yang menyebabkan viskositas mengalami penurunan sebesar 1810 BU (*Holding*), sehingga viskositas berubah menjadi 4635 BU (*Breakdown*). Hal ini menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Kemudian campuran didinginkan yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati atau menunjukkan kemampuan untuk meretrogradasi, sehingga viskositas mengalami perubahan sebesar 955 BU (*Setback*) yang mengakibatkan terbentuknya gel, dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir sebesar 2765 BU (*Final Viscosity*).

Berdasarkan uji RVA yang disajikan pada tabel 12, menunjukkan bahwa tepung *Mocaf* dengan berbagai varietas memiliki sifat fisik berbeda satu sama lainnya. Pada tepung *Mocaf* varietas Gambyong menghasilkan viskositas puncak (*Peak viscosity*) tertinggi yaitu sebesar 7887 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Bamban menghasilkan viskositas puncak terendah yaitu sebesar 6445 BU. Artinya, tepung *Mocaf* pada varietas Gambyong memiliki tingkat kekentalan yang lebih tinggi dibanding varietas yang lain. Semakin tinggi tingkat viskositas yang dihasilkan maka semakin sulit adonan untuk dicerna. Menurut Kusnandar (2011), menjelaskan bahwa viskositas puncak yang tinggi menunjukkan bahwa masih adanya amilosa yang dapat berikatan dengan molekul pati yang lain, sehingga terbentuk struktur heliks ganda melalui ikatan hidrogen (retrogradasi) yang membentuk pati dengan struktur yang lebih kuat sehingga pati bersifat tahan

cerna. Menurut Wulandari (2010), menyatakan bahwa pati yang berkemampuan tinggi dalam menyerap air juga akan mengalami pembengkakan yang tinggi, sehingga berakibat pada tingginya viskositas puncak. Nilai viskositas puncak merefleksikan kemampuan granula untuk mengikat air dan mempertahankan pembengkakan selama pemanasan (Syamsir *et al*, 2011).

Pada tepung *Mocaf* varietas Gambyong menghasilkan viskositas pasta panas ( *Holding*) tertinggi yaitu sebesar 2960 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Bamban menghasilkan viskositas pasta panas terendah yaitu sebesar 1810 BU. Viskositas pasta panas dan  *Breakdown* memiliki kaitan satu sama lain. Pada umumnya penurunan viskositas pasta panas diikuti dengan peningkatan  *Breakdown*. Namun, pada kondisi tertentu penurunan viskositas pasta panas tidak selalu diiringi dengan peningkatan  *Breakdown*. Jika viskositas pasta panas dan viskositas puncak menurun secara proporsional maka  *Breakdown* akan cenderung tetap (Marta, 2011). Pada tepung *Mocaf* varietas Jawa menghasilkan  *Breakdown* tertinggi yaitu sebesar 5010 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Kirik menghasilkan  *Breakdown* terendah yaitu sebesar 4597 BU. Menurut Kusnandar (2011), nilai viskositas  *Breakdown* diperoleh dari pengukuran pada tahap  *holding* yaitu suhu pemanasan dipertahankan pada suhu 95 °C selama 20-30 menit untuk mengetahui tingkat kestabilan pasta pati saat proses pemanasan. Semakin rendah  *Breakdown* maka pasta yang terbentuk akan semakin stabil pada kondisi panas, dan sebaliknya. Selain itu semakin tinggi  *Breakdown* yang dihasilkan, berarti semakin tinggi pula energi yang dihasilkan dari pasta tersebut.

Pada tepung *Mocaf* varietas Gambyong menghasilkan viskositas pasta dingin (*Final viscosity*) tertinggi yaitu sebesar 4362 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Bamban menghasilkan viskositas pasta dingin terendah yaitu sebesar 2765 BU. Viskositas akhir atau pasta dingin merupakan nilai viskositas pasta pati setelah fase pendinginan pada suhu 50 °C. Pada fase ini kestabilan viskositas pati terhadap proses pemanasan, pengadukan, pendinginan dapat diketahui. Nilai viskositas pasta dingin menunjukkan kemampuan kecepatan pati dalam mengalami retrogradasi yang artinya semakin tinggi nilai viskositas pasta dingin, maka kecenderungan pati membentuk gel sangat mudah (Wulandari, 2010). Selain itu, semakin tinggi kandungan protein yang terkandung dalam tepung *Mocaf*, maka semakin tinggi tingkat viskositas yang dihasilkan, karena perekat gluten mencerminkan kandungan protein. Hal ini terbukti bahwa hasil dari penelitian ini yaitu tepung *Mocaf* varietas Gambyong memiliki kadar protein dan viskositas tertinggi dibandingkan varietas lainnya.

Tepung *Mocaf* varietas Gambyong menghasilkan *Setback* tertinggi yaitu sebesar 1402 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Kirik menghasilkan *Setback* terendah yaitu sebesar 894 BU. *Setback* atau perubahan viskositas selama pendinginan diperoleh dari selisih antara viskositas pasta dingin dengan viskositas pasta panas. Hal ini berarti semakin tinggi nilai *Setback* maka kemampuan untuk meretrogradasi pati juga semakin tinggi. Retrogradasi pati yaitu bergabungnya rantai molekul amilosa yang berdekatan melalui ikatan hidrogen intermolekuler. Hal ini senada dengan pernyataan Marta (2011), bahwa semakin tinggi nilai *Setback* maka menunjukkan semakin tinggi pula kecenderungan untuk

membentuk gel (meningkatkan viskositas) selama pendinginan dan tingginya nilai *Setback* menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. Berdasarkan penelitian Nazhrah dkk (2014), bahwa pati dengan nilai viskositas *Setback* tinggi menunjukkan bahwa banyaknya jumlah amilosa yang berikatan kembali dengan molekul-molekul pati yang lain dan membentuk struktur heliks ganda melalui ikatan hidrogen dan struktur pati yang terbentuk menjadi lebih kuat (pati resisten).

Pada tepung *Mocaf* varietas Gambyong memerlukan waktu terlama untuk mencapai viskositas puncak yaitu 6,93 menit (*Peak Time*). Sedangkan tepung *Mocaf* varietas Jawa memerlukan waktu tercepat untuk mencapai viskositas puncak yaitu 6,07 menit. Semakin tinggi tingkat viskositas puncak, maka semakin tinggi pula *Peak Time* yang dihasilkan. Karena tingginya tingkat viskositas menyebabkan kesulitan adonan untuk dicerna, sehingga waktu yang diperlukan juga akan semakin lama. Hal ini senada dengan hasil penelitian ini bahwa varietas Gambyong memiliki viskositas puncak tertinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Selanjutnya pada tepung *Mocaf* varietas Bamban mengalami gelatinisasi pati pada suhu tertinggi yaitu sebesar 70,35 °C (*Pasting Temperature*), sedangkan tepung *Mocaf* varietas Gatokaca mengalami gelatinisasi pati pada suhu terendah yaitu 67,80 °C. Suhu gelatinisasi atau *Pasting temperature* merupakan suhu pada saat mulai terbentuknya viskositas dan menandakan pati mulai menyerap air (Takahashi dkk, 1989).

Suhu yang semakin tinggi menyebabkan granula pati lebih resisten terhadap panas, sehingga membutuhkan suhu yang lebih tinggi lagi untuk mulai

tergelatinisasi (Fetriyuna dkk, 2016). Semakin tinggi suhu gelatinisasi, semakin tinggi pula ketahanan pati pada tepung *Mocaf*. Hal ini terbukti berdasarkan hasil penelitian ini bahwa tepung *Mocaf* pada varietas Bamban menghasilkan ketahanan pati tertinggi yaitu sebesar 4,7 menit dan suhu gelatinisasi sebesar 70,35 °C. Sebaliknya, jika adonan menghasilkan suhu gelatinisasi rendah, maka ketahanan pati yang dihasilkan juga rendah. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian ini yaitu tepung *Mocaf* varietas Gatokaca menghasilkan suhu gelatinisasi dan ketahanan pati terendah dibandingkan varietas lainnya.

Perbedaan sifat fisik tersebut juga diduga karena perbedaan dari struktur amilopektin, komposisi pati dan ukuran granular pati serta berat molekul dari berbagai varietas tepung *Mocaf*. Ukuran partikel memiliki peran penting dalam pembasahan tepung dan penyerapan air pada tepung. Semakin besar ukuran partikel, maka luas permukaannya akan semakin kecil, sehingga air memerlukan waktu yang lebih lama untuk diabsorpsi ke dalam partikel pati. Sebaliknya, apabila ukuran partikel lebih kecil akan meningkatkan laju hidrasi tepung. Dengan demikian, diduga tepung *Mocaf* pada varietas Gambyong memiliki ukuran partikel pati yang lebih besar dibanding varietas lainnya. Sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai viskositas puncak. Granula pati yang amilopektinnya lebih tinggi, apabila dipanaskan bersama air berlebih di atas suhu gelatinisasinya akan membengkak lebih besar dibandingkan dengan yang memiliki kandungan amilopektin lebih rendah.

Imanningsih (2012), menyatakan bahwa saat larutan pati dipanaskan di atas temperatur gelatinisasinya, pati yang mengandung amilopektin lebih banyak

akan membengkak lebih cepat dibandingkan dengan pati lain. Sebaliknya, apabila tepung dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi, maka memerlukan temperatur yang lebih tinggi agar patinya tergelatinisasi. Berdasarkan teori tersebut, dapat diduga bahwa tepung *Mocaf* pada varietas Bamban memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi, sehingga memerlukan suhu yang lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya dalam proses terbentuknya gelatinisasi. Sifat amilograf suatu bahan pangan dapat dipengaruhi oleh kadar pati yang terkandung di dalamnya. Semakin tinggi kadar pati maka semakin kental suatu bahan. (Widaningrum dan Purwani, 2006). Berdasarkan Winarno (2002), menyatakan bahwa pati terdiri dari dua fraksi, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Tepung singkong pada umumnya memiliki kandungan amilopektin sebesar 87 %. Fraksi amilopektin ini yang menyebabkan adonan menjadi kental. Amilopektin memiliki viskositas dan kekentalan yang tinggi dibandingkan dengan amilosa, sehingga adonan berbahan baku pati singkong umumnya bersifat lengket. Amilosa memberi efek keras atau pera, sedangkan amilopektin memberikan efek lunak bagi adonan (Abidin, 2009).

Pada penelitian ini, tepung *Mocaf* varietas Bamban memiliki kandungan pati tertinggi dibandingkan dengan varietas lainnya yaitu sebesar 77,84 %, namun yang memiliki tingkat viskositas puncak dan viskositas suhu dingin tertinggi adalah varietas Gambyong yang hanya memiliki kandungan pati sebesar 75,57 %. Hal ini diduga, pada pati tepung *Mocaf* varietas Gambyong memiliki kadar amilopektin lebih tinggi dibanding dengan kandungan amilosanya, meskipun kandungan patinya lebih tinggi pada varietas Bamban, namun diduga dalam pati

varietas Bamban ini memiliki fraksi amilosa lebih tinggi dibanding fraksi amilopektinnya, sehingga tepung *Mocaf* pada varietas Bamban memiliki tingkat viskositas puncak dan viskositas suhu terendah dibandingkan dengan varietas Gambyong ataupun yang lainnya. Uraian tersebut dapat dikuatkan dengan pernyataan Wahyuningsih (2008), menyatakan bahwa dengan adanya penambahan air pada fermentasi, molekul-molekul pati akan menyerap air sehingga memecahkan kristal amilosa dan memutuskan ikatan-ikatan struktur dari molekul. Amilosa akan mulai terdifusi keluar dari jaringan, yang akhirnya jaringan tersebut hanya terdiri dari sebagian besar amilopektin.

Pada hasil penelitian ini, tepung *Mocaf* yang dihasilkan dari berbagai varietas menunjukkan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas tepung terigu. Viskositas tepung terigu pada penelitian yang dilakukan Imanningsih (2012), menunjukkan hasil bahwa tepung terigu memiliki viskositas sebesar 2375,25 BU. Sedangkan tepung *Mocaf* dari berbagai varietas pada penelitian ini menghasilkan tingkat viskositas berkisar 2765-4362 BU. Pada tepung terigu membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai viskositas puncak yaitu selama 8,90 menit, sedangkan pada tepung *Mocaf* hasil penelitian ini waktu yang paling lama untuk mencapai viskositas puncak dibutuhkan selama 6,93 menit yaitu pada tepung *Mocaf* varietas Gambyong.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa banyaknya berbagai macam varietas singkong memiliki kandungan nutrisi dan sifat fisik yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa macam faktor, seperti proses penanaman, iklim, tanah, dan perawatan terhadap macam varietas singkong

itu sendiri. Perbedaan kandungan nutrisi tersebut dapat mempengaruhi pada pengolahan singkong untuk dijadikan tepung *Mocaf*. Pada penelitian ini belum diketahui tingkat kecocokan dalam pembuatan tepung *Mocaf* berdasarkan perbedaan umur panen singkong, sehingga dibutuhkan penelitian lanjut berdasarkan varietas yang sama dan berbagai umur panen singkong untuk mengetahui tingkat kecocokan pengolahan tepung *Mocaf* lebih detail.

Pada penelitian ini singkong yang digunakan berumur panen 9 bulan, dan menghasilkan yang paling cocok untuk pembuatan tepung *Mocaf* yaitu singkong varietas Bamban, tingkat kecocokan kedua yaitu singkong varietas Kirik, tingkat kecocokan ketiga yaitu singkong varietas Gatokaca, sedangkan tingkat kecocokan keempat yaitu singkong varietas Jawa, dan yang terakhir yaitu singkong dengan varietas Gambyong. Untuk tingkat efektivitasnya, singkong dengan varietas Gatokaca menghasilkan tepung terbanyak dibandingkan dengan varietas lainnya yaitu dari berat singkong 6 kg menjadi 2700 gram tepung *Mocaf*. Sedangkan untuk varietas Kirik menghasilkan tepung sebanyak 2.206 gram, varietas Gambyong menghasilkan tepung sebanyak 1.979 gram, varietas Jawa menghasilkan tepung sebanyak 2.272 gram, dan varietas Bamban menghasilkan tepung sebanyak 1.835 gram.