

**MODIFIKASI UBI KAYU SECARA BIOLOGI MENGGUNAKAN
STARTER BIMO-CF MENJADI TEPUNG TERMODIFIKASI
PENGANTI GANDUM**



THESIS

**untuk memenuhi persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Teknik Kimia

**Agustien Zulaidah
L4C 009 001**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

September, 2011

TESIS

**MODIFIKASI UBI KAYU SECARA BIOLOGI MENGGUNAKAN
STARTER BIMO-CF MENJADI TEPUNG TERMODIFIKASI
PENGANTI GANDUM**

Disusun oleh
Agustien zulaidah
L4C 009 001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 27 September 2011
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui,

Ketua Penguji

Pembimbing Pertama

Dr. Andri Cahyo Kumoro, ST, MT
NIP. 19740523 199802 1 001

Prof. Dr. Ir. Abdullah, MS
NIP. 19551231 198303 1 014

Anggota Penguji (1)

Pembimbing Kedua

Ir. C. Sri Budiyati, MT
NIP. 19510807 197703 2 001

Dr. nat. techn. Siswo Sumardiono, ST, MT
NIP. 19750915 200012 1 001

Anggota Penguji (2)

Ir. Herry Santosa, MT
NIP. 19540415 198203 1 002

Mengetahui
Pembantu Dekan I Fakultas Teknik

Dr. rer. Nat. Ir. Imam Buchori
NIM. 19701123 199512 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka

Semarang, September 2011

Agustien Zulaidah

Abstrak

Ketersediaan bahan baku ubi kayu yang sangat besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi ataupun pengganti gandum, maka dibutuhkan teknologi terobosan untuk dapat memodifikasi ubi kayu sehingga mempunyai sifat-sifat yang setara dengan gandum. Salah satu metode untuk memodifikasi tepung ubi kayu yaitu dengan cara biologi melalui proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh media perendaman garam dapur 5%w, starter Bimo-CF, kombinasi garam dapur 5%w dan starter Bimo-CF terhadap sifat fisikokimia dan rheologi tepung ubi kayu termodifikasi yang meliputi swelling power, solubility dan tensile strength. Ubi kayu yang telah dikupas dibuat sawut dan direndam dalam larutan garam 5%w (2, 4, 6, 8 dan 10 jam), direndam dengan starter Bimo-CF selama 12 jam (konsentrasi starter 0,5%w, 1%w, 1,5%w, 2%w dan 2,5%w), serta kombinasi perendaman dengan garam dapur 5%w sebagai perlakuan awal dilanjutkan dengan perendaman dengan starter Bimo-CF selama 12 jam (konsentrasi starter 0,5%w, 1%w, 1,5%w, 2%w dan 2,5%w). Setelah sawut dikeringkan kemudian ditepungkan dan dianalisa sifat fisikokimia. Dari hasil penelitian diketahui bahwa swelling power dan solubility terbesar pada perendaman garam dapur 5%w diperoleh pada saat perendaman selama 6 jam yaitu 18,47(g/g) dan 1,98 %, pada perendaman dengan starter Bimo-CF 12 jam diperoleh pada konsentrasi 2,5%w yaitu 18,42 (g/g) dan 2,54 %, dan pada kombinasi perendaman garam dapur 5%w dilanjutkan dengan starter diperoleh pada perendaman starter dengan konsentrasi 1%w yaitu 18,52(g/g) dan 2,69 %. Sebagai perbandingan harga swelling power dan solubility tepung terigu cakra sebesar 10,17(g/g) dan 2,09 %, tepung ubi kayu tanpa perlakuan modifikasi sebesar 6,92 (g/g) dan 0,76 %. Pada pengujian Tensile strength harga yang paling mendekati tensile strenght pada mie terigu cakra 100% yaitu 0,1053 N/mm² pada variabel perendaman menggunakan starter 1%w selama 12 jam dengan perbandingan tepung termodifikasi : terigu cakra sebesar 20 : 80. Tensile strength untuk tepung terigu cakra sebesar 0,1041 N/mm² dan untuk tepung ubi kayu tanpa perlakuan modifikasi sebesar 0,04 N/mm².

Kata kunci : Ubi kayu, garam dapur, Solubility, Starter Bimo-CF, Swelling power, Tensile strength

Summary

Nowadays, there are abundance of cassava supply which can be used as substitution of wheat technologies are needed to be able to modify the cassava then its properties are equivalent to wheat. One method for modifying the cassava flour is biological process through fermentation. The aim of this research to assess the effect of immersion media by 5%w salt solution, Bimo-CF starter, the combination of 5%w salt solution and Bimo-CF starter on physicochemical and rheological properties of modified cassava starch such as swelling power, solubility and noodle texture. Cassava chips were soaked into 5%w salt solution (2, 4, 6, 8 and 10 hours), Bimo-CF starter in 12 hours (concentration 0.5% w, 1% w, 1.5% w, 2% w and 2.5% w), and combination of 5%w salt solution as an initial treatment then were followed by immersion with Bimo-CF starter in 12 hours (concentration 0.5% w, 1% w, 1.5% w, 2% w and 2.5% w). Dried cassava chips were grinded and then were analyzed its physicochemical and rheological properties. The results revealed that the value of 5% immersed salt solution is greatest than swelling power and solubility obtained at the time of immersion for 6 hours of 18.47 (g / g) and 1.98%. In immersion Bimo-CF starter 12 hours, swelling power and solubility rates obtained on immersion starter largest concentration of 2.5% w 18.42 (g / g) and 2.54%. In the combination process of soaking salt 5% w followed by a starter, the value of the greatest swelling power and solubility obtained on immersion starter with a concentration of 1% w of 18.52 (g / g) and 2.69%. As a value comparison swelling power and solubility of cakra flour 10.17 (g / g) and 2.09%, cassava flour without modification of 6.92 (g / g) and 0.76%. Tensile strength testing on the value that closest to the tensile Strength of cakra flour noodles 100% ie 0.1053 N/mm² at variable immersion using 1% w starter for 12 hours with a ratio of modified flour : cakra flour at 20: 80. Tensile strength for cakra flour of 0.1041 N/mm² and for cassava flour without modification of 0.04 N/mm².

Key word : cassava, salt solution, solubility, starter Bimo-CF, swelling power, tensile strength

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul ” Modifikasi Ubi Kayu Secara Biologi Menggunakan Starter Bimo-CF Menjadi Tepung Termodifikasi Pengganti Gandum “ ini dengan baik. Laporan tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang untuk dapat mencapai derajat Sarjana S2.

Dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan pihak – pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Abdullah, MS dan Bapak Dr.nat.techn.Siswo Sumardiono, ST, MT selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan secara intensif mulai dari penulisan usulan penelitian, pelaksanaan sampai dengan penulisan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada keluarga tercinta dan teman – teman yang telah memberikan dukungan, hiburan dan doa tanpa batas demi keberhasilan studi penulis, serta semua pihak yang telah membantu proses penyelesaian tesis ini.

Tidak ada yang sempurna di dunia, begitu pun dengan tesis ini, penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Segala yang terbaik telah dilakukan dalam proses penyelesaiannya, namun kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan sehingga karya ini dapat lebih bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Semarang, September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK / INTISARI	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Ubi Kayu	7
2.2. Pati	9
2.2.1. Amilosa	9
2.2.2. Amilopektin	10
2.3. Pati Termodifikasi	11
2.4. Sifat-sifat fisikokimia dan rheologi pati termodifikasi	17
2.5. Tepung MOCAF	17
2.6. Tepung Cassava Bimo	19
2.7. Starter Bimo-CF	20
2.8. Bakteri Asam Laktat	21
III. METODE PENELITIAN	24
3.1. Bahan Penelitian	24
3.2. Alat Penelitian	24

3.3. Rancangan Penelitian	25
3.4. Prosedur Penelitian	27
3.5. Teknik Analisis	29
3.6.1. Uji Kelarutan	29
3.6.2. Uji Swelling Power	29
3.6.3. Uji Tensile Strength	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Hasil Penelitian	31
4.2. Pembahasan	32
4.2.1. Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap Swelling Power	32
4.2.4. Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap % Kelarutan	35
4.2.5. Pengujian Tensile Strength	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
VI. RINGKASAN	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Konsumsi Gandum di Indonesia (2006-2009)	1
Tabel 1.2. Produksi Ubi Kayu Indonesia (2004-2008)	2
Tabel 2.1. Komposisi Kimia Rata-Rata Umbi Ubi Kayu	7
Tabel 3.1. Rancangan Penelitian	25
Tabel 4.1. Hasil Penelitian	29
Tabel 4.2. Standart Sifat-sifat fisikokimia dan rheologi tapioca termodifikasi ..	31
Tabel 4.3. Tensile strength pada beberapa perlakuan dan perbandingan	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Amilosa	10
Gambar 2.2. Struktur Amilopektin.	11
Gambar 2.3. Reaksi Hidrolisis Pati dengan Asam.	13
Gambar 2.4. Reaksi Cross Linking pada Pati	15
Gambar 2.5. Reaksi Oksidasi pada Pati	16
Gambar 3.1. Alat Penelitian	24
Gambar 3.2. Centrifuge.	25
Gambar 3.3. Texture Analiser Lloyd	25
Gambar 3.4. Bagan Rancangan Penelitian.	26
Gambar 4.1. Grafik Pengaruh konsentrasi starter terhadap swelling power	33
Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Konsentrasi starter terhadap kelarutan	35

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gandum merupakan salah satu bahan pangan dengan tingkat konsumsi yang sangat besar di Indonesia. Konsumsi gandum dalam negeri sebagian besar digunakan dalam industri roti dan mie dengan komposisi 25% untuk produksi roti, 20% mie instan, 30% mie basah dan 25% untuk penggunaan lain (Aptindo, 2010). Total konsumsi gandum dunia pada tahun 2008 mencapai 612 juta ton, tahun 2009 konsumsinya 638 juta ton, tahun 2010 650 juta ton, dan di tahun 2011 konsumsinya diperkirakan mencapai 660 juta ton (Aptindo, 2010). Sedangkan konsumsi gandum dalam negeri pada tahun 2011 diperkirakan mencapai 5,5 juta ton dengan jumlah penduduk sekarang ini 255 juta jiwa. Data mengenai peningkatan import konsumsi gandum di tanah air dari tahun 2006 hingga 2009 tersaji dalam Tabel 1.1.

Tabel 1. 1. Konsumsi gandum di Indonesia (2006 – 2009)

Tahun	Konsumsi gandum
2006	4.519.000 ton (US\$ 655.954.000)
2007	4.640.000 ton (US\$ 676.420.000)
2008	4.770.000 ton (US\$ 697.524.000)
2009	5.000.000 ton (US\$ 731.157.232)

Sumber : BPS (2009)

Keunggulan gandum dicirikan dengan adanya kandungan protein *gluten* yang dapat mencapai 80% dari total protein dalam gandum. Senyawa *gluten* tersusun atas dua fraksi, yaitu *glutenin* dan *gliadin* yang masing-masing akan menentukan elastisitas serta plastisitas adonan. Sifat elastis dan plastis pada adonan roti tersebut diakibatkan karena terbentuknya “kerangka” seperti jaring-jaring dari senyawa *glutenin* dan *gliadin*. Adanya kerangka seperti jaring-jaring

inilah yang berperan sebagai perangkap gas sehingga adonan roti menjadi mengembang saat proses *baking* (Normasari, 2006). Kemudian setelah terjadi gelatinisasi, adonan akan terkonversi menjadi bahan elastis (He dan Hosene, 1991).

Gandum termasuk tanaman daerah beriklim dingin (subtropis) yang hingga saat ini hanya mampu ditanam pada dataran tinggi Indonesia, kawasan yang sudah secara komersial mengembangkan gandum tropis adalah Kabupaten Pasuruan di Jatim dan Kabupaten Manggarai di NTT, namun produktivitas per luas lahan belum optimal yaitu berkisar antara 3-4 ton/ha (Anonim, 2008). Produksi gandum dalam negeri belum cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri, kekurangan kebutuhan gandum dalam negeri yang sangat besar hanya bisa dipenuhi melalui import.

Indonesia sebagai negara sangat subur berbagai komoditas tanaman dapat tumbuh subur, termasuk tanaman ubi kayu. Tanaman ubi kayu tersebar hampir diseluruh nusantara dan produksinya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seperti yang disajikan dalam Tabel 1.2. Sebagai tanaman yang mudah tumbuh ubi kayu merupakan tanaman yang banyak ditemukan dibudidayakan oleh masyarakat, dimana daerah-daerah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia adalah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, DIY, dan beberapa daerah lain di Indonesia (Misgiyarta dkk, 2009).

Tabel 1.2. Produksi ubi kayu Indonesia (2004-2008)

Tahun	Produksi ubi kayu (Ton)
2004	19.424.707
2005	19.321.183
2006	19.989.640
2007	19.802.508
2008	20.313.082

Sumber : BPS (2008) dalam Misgiyarta dkk, 2009

Ketersediaan bahan baku ubi kayu yang sangat besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi ataupun pengganti gandum, maka dibutuhkan teknologi terobosan untuk dapat memodifikasi ubi kayu sehingga mempunyai sifat-sifat yang setara dengan gandum. Hal ini dapat dilakukan karena produksi ubi kayu di tanah air sangat melimpah dan pemanfaatannya belum optimal. Bila tepung ubi kayu termodifikasi sudah diproduksi, maka diharapkan tingkat import gandum dapat dikurangi. Metode yang banyak digunakan untuk memodifikasi tepung ubi kayu adalah modifikasi dengan asam, modifikasi dengan enzim, modifikasi dengan oksidasi dan modifikasi dengan ikatan silang (Sriroth et al, 2002). Modifikasi disini dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatik. Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi dengan sifat-sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan (Hee-Young An, 2005).

Penelitian tentang modifikasi dengan bahan baku pati ubi kayu telah banyak dilakukan, diantaranya Vatanasuchart dkk (2005) yang memodifikasi tapioka komersial menggunakan larutan asam laktat 1% b/b dan disinari UV baik UVB maupun UVC (Vatanasuchart dkk, 2005), Sangseethong (2009) melakukan modifikasi berbasis oksidasi hipoklorit dengan kondisi reaksi yang bervariasi yaitu pada pH 7–11 dan waktu reaksi 30–300 menit (Sangseethong, 2009), Atichokudomchai dkk (2000) meneliti tapioka dihidrolisis dengan asam klorida dan asam laktat pada suhu kamar (Atichokudomchai, 2000), Pudjihastuti (2010)

modifikasi pati dengan kombinasi reaksi hidrolisis asam laktat dan reaksi fotokimia UV. Penelitian dengan bahan baku ubi kayu juga telah banyak dilakukan diantaranya Sobowale et al (2007) yang menggunakan strain *Lactobacillus Plantarum* untuk fermentasi ubi kayu selama 96 jam (Sobowale et al, 2007), Chukwuemeka (2007) melakukan penelitian secara fermentasi alami dengan perendaman ubi kayu selama 1-3 hari (Chukwuemeka,2007). Penelitian yang dilakukan oleh Misgiyarta dkk (2009) dengan fermentasi menggunakan starter Bimo-CF selama 12 jam (Misgiyarta,2009). Uji produk tepung modifikasi juga telah dilakukan oleh Normasari (2006) yang mengkaji penggunaan tepung ubi kayu termodifikasi (modified cassava flour) sebagai substitusi terigu yang difortifikasi dengan tepung kacang hijau dan prediksi umur simpan cookies (Normasari, 2006).

Penelitian ini akan difokuskan pada modifikasi ubi kayu dengan perendaman garam sebagai perlakuan awal dan perendaman dengan starter Bimo-CF. Tepung modifikasi yang dihasilkan nantinya akan diuji sifat fisikokimianya untuk substitusi terigu dalam pembuatan mie.

1.2. Perumusan Masalah

Modifikasi dengan bahan baku pati ubi kayu maupun ubi kayu segar telah banyak dilakukan peneliti terdahulu (Vatanasuchart dkk, 2005; Sangseethong, 2009; Atichokudomchai, 2000; Pudjihastuti, 2010; Sobowale dkk, 2007; Chukwuemeka, 2007; Misgiyarta, 2009; dan Normasari, 2006), namun modifikasi yang telah dilakukan memiliki kelemahan yaitu untuk memperoleh hasil tepung termodifikasi membutuhkan waktu proses yang relatif lama (kira-kira 3 hari). Dalam penelitian ini akan difokuskan pada modifikasi menggunakan ubi kayu segar karena harga ubi kayu lebih murah daripada harga tapioka. Sebagai perlakuan awal dilakukan perendaman ubi kayu dalam larutan garam dapur dengan konsentrasi 5 %w dengan variasi lamanya waktu perendaman yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 jam. Fungsi perendaman dengan garam dapur ini adalah untuk mengurangi kadar HCN dalam ubi kayu, serta membuat struktur ubi kayu rapuh sehingga pada saat penepungan akan lebih mudah hancur. Dari kelima run ini

nantinya akan diambil waktu yang paling optimal untuk perendaman dengan larutan garam. Proses fermentasi dengan starter Bimo-CF selama 12 jam dengan variasi konsentrasi starter 0,5%w, 1,0%w, 1,5%w, 2,0%w dan 2,5%w akan dilakukan dua perlakuan yaitu dengan perlakuan awal perendaman dengan garam dapur dan tanpa perlakuan awal perendaman dengan garam dapur. Pemilihan menggunakan garam dapur dengan konsentrasi 5%w sesuai dengan penelitian terdahulu yaitu dalam pembuatan pati suweg oleh Syafii (1981). Pemilihan waktu perendaman menggunakan starter selama 12 jam sesuai dengan penelitian terdahulu dengan starter Bimo-CF (Misgiyarta, 2005). Proses pengeringannya menggunakan sinar matahari. Dalam penelitian ini hasil tepung termodifikasi yang diperoleh diharapkan mempunyai karakteristik fisikokimia dan rheologi yang setara dengan tepung terigu dan dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan mie.

1.3. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah memodifikasi ubi kayu dengan metode perendaman garam sebagai perlakuan awal dan fermentasi menggunakan starter Bimo-CF yang ditujukan untuk memperbaiki sifat fisikokimia dan rheologi tepung ubi kayu yang dapat meningkatkan daya elastisitas mie.

Secara spesifik tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji pengaruh perlakuan awal perendaman dengan garam dapur 5%w terhadap sifat fisikokimia tepung ubi kayu termodifikasi .
2. Mengkaji pengaruh besarnya konsentrasi starter Bimo-CF terhadap sifat fisikokimia tepung ubi kayu termodifikasi.
3. Mengkaji pengaruh komposisi tepung ubi kayu termodifikasi dengan tepung terigu terhadap sifat-sifat mie.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian eksperimental yang menghasilkan data–data sifat fisikokimia tepung ubi kayu termodifikasi dengan perlakuan awal menggunakan perendaman garam dapur dan fermentasi menggunakan starter Bimo-CF pada berbagai variabel besarnya konsentrasi starter Bimo-CF. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadikan peluang yang lebih baik untuk produsen ubi kayu maupun untuk industri yang menggunakan bahan baku berbasis tepung terigu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ubi Kayu

Ubi kayu merupakan sumber daya alam lokal Indonesia. Ubi kayu dikenal di Indonesia dengan nama lain ketela pohon, singkong atau ubi kayu. Ubi kayu memiliki nama Botani *Manihot esculenta* Crantz tapi lebih dikenal dengan nama lain *Manihot utilissima*. Tanaman ubi kayu termasuk ke dalam kingdom *Plantae*, divisi *Spermatophyta*, subdivisi *Angiospermae*, kelas *Dicotyledonae*, famili *Euphorbiaceae*, genus *Manihot* dengan spesies *esculenta* Crantz dengan berbagai varietas (Rukmana, 1997). Ubi kayu merupakan tanaman tipikal daerah tropis. Iklim yang panas dan lembab dibutuhkan untuk pertumbuhannya sehingga tanaman ini tidak dapat tumbuh pada suhu kurang dari 10°C. Suhu optimum pertumbuhan sekitar 25-27°C dan tumbuh baik pada ketinggian kurang dari 150 meter di atas permukaan laut, meskipun ada beberapa varietas yang dapat tumbuh pada ketinggian 1500 m atau lebih. Curah hujan yang diperlukan rata-rata 500-5000 mm per tahun. Singkong dapat tumbuh pada tanah berpasir hingga tanah liat,maupun pada tanah yang rendah kesuburannya (Grace, 1977).

Ubi kayu dapat mulai dipanen pada umur 9-12 bulan, setelah ubi kayu dipanen, jaringan sel pada umbi masih hidup dan terus melakukan respirasi dengan mengeluarkan CO₂, H₂O dan panas. Jumlah CO₂ yang dikeluarkan oleh umbi segar sekitar 2-4 mg/g/hari (basis kering). Selama penyimpanan respirasinya meningkat, jumlah CO₂ yang dikeluarkan pada hari pertama sekitar 7,5 mg/g/hari dan mencapai maksimum 9,7 mg/g/hari pada hari ketiga. Kecepatan respirasi terakhir tersebut menyebabkan kehilangan bahan kering sebesar 0,7% (Halim dan Siswanto, 1990). Ubi kayu mengandung sianogenik glukosida linamarin dan lotaustralin yang akan menghasilkan asam sianida, jika terjadi kerusakan sel tanaman. Ubi kayu biasanya digolongkan dalam dua kategori, yaitu *Manihot palmate* (Ubi kayu pahit) dan *Manihot aipi* (Ubi kayu manis), ubi kayu manis atau yang tidak beracun mengandung asam sianida kurang dari 50 mg/kg umbi segar (Grace, 1977). Umbi ubi kayu akan mengalami proses kerusakan dalam waktu 48 jam, yang diawali dengan perubahan-perubahan secara enzimatik dalam umbi,

kemudian terjadi pembusukan. Oleh karena itu, tanpa adanya perlakuan pasca panen yang tepat umbi tidak tahan disimpan lebih dari 2 hari. Dalam Tabel 2.1 di bawah ini diperlihatkan komposisi kimia umbi ubi kayu berdasarkan berat basah (Grace, 1977) dan komposisi kimia tepung ubi kayu . hasil analisis Departemen Perindustrian (Michael Devega, dkk, 2010).

Tabel 2.1. Komposisi kimia rata-rata umbi ubi kayu dan tepung ubi kayu

Komponen	Umbi Ubi Kayu (%-b)	Tepung Ubi Kayu (%-b)
Air	70,25	11,5
Pati	21,45	83,8
Gula	5,13	-
Protein	1,12	1
Lemak	0,41	9
Serat	1,11	2,1
Abu	0,54	0,7

Sumber : Departemen Perindustrian, 1990

Menurut Departemen Perindustrian (1990), tepung ubi kayu dapat dibuat melalui dua cara yaitu dengan pemotongan atau perajangan dengan pamarutan dan pemerasan. Selain dapat langsung digunakan sebagai jenis makanan olahan, penggunaan tepung ubi kayu diarahkan sebagai pemasok industri menengah atau produk industri hilir dalam rangka diversifikasi produk olahan, yaitu untuk industri HFS (*High Fructose Syrup*), sorbitol, dan etanol. Serta dapat digunakan sebagai tepung campuran pada industri mie, roti, kue, maupun produk makanan lain (Departemen Perindustrian, 1990).

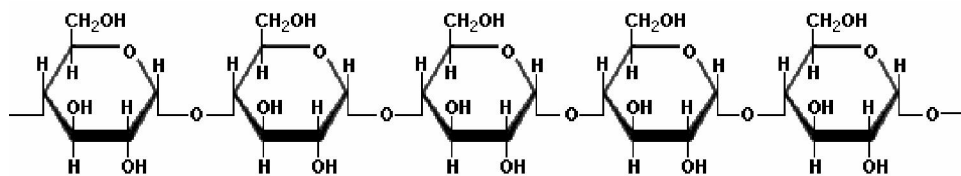
2.2. Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yaang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Hee-Young An, 2005). Tapioka berasal dari umbi ubi kayu (*Manihot esculanta*) yang diambil patinya melalui proses penggilingan umbi ubi kayu, dekantasi, pemisahan

ampas dengan konsentrat, pengendapan dan pengeringan (Dziedzic dan Kearsley, 1995). Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati, karena itu digunakan untuk identifikasi. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut (Greenwood dkk., 1979).

2.2.1. Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa dan pada setiap rantai terdapat 500-2000 unit D-glukosa, membentuk rantai lurus yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati (Hee-Young An, 2005). Karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Dalam masakan, amilosa memberikan efek keras bagi pati (Hee-Young An, 2005). Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar.2.1. Struktur Amilosa

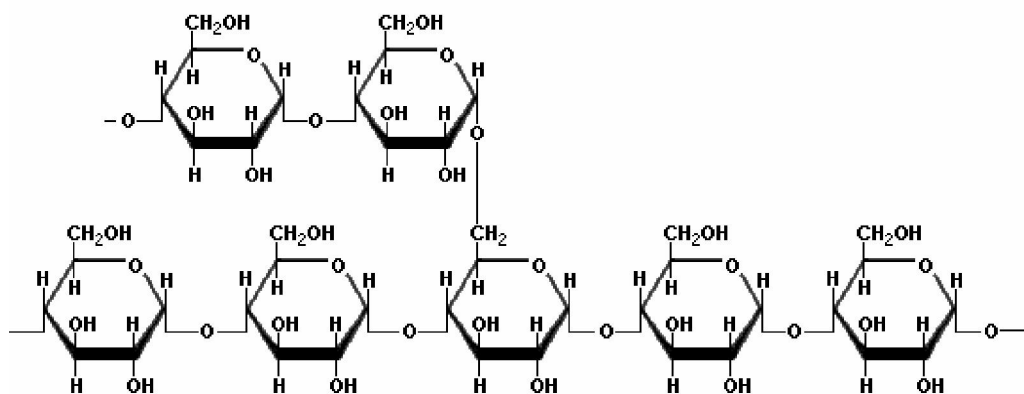
2.2.2. Amilopektin

Sedangkan amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Setiap cabang terdiri atas 25 - 30 unit D-glukosa . Selain

perbedaan struktur, panjang rantai polimer, dan jenis ikatannya, amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodine. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna ungu-coklat bila ditambah dengan iodine (Hee-Young An, 2005).

Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -(1,4) pada rantai lurus, serta ikatan α -(1,6) pada titik percabangannya. Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang seperti terlihat pada Gambar 2.2. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4–5 % dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai. Berat molekul amilopektin glukosa untuk setiap rantai bervariasi tergantung pada sumbernya. Amilopektin pada pati umbi-umbian mengandung sejumlah kecil ester fosfat yang terikat pada atom karbon ke 6 dari cincin glukosa (Koswara, 2006).

Dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (puffing) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas (Hee-Young An, 2005 dalam Pudjihastuti, 2010).



Gambar. 2.2. Struktur Amilopektin

Pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin ini tersusun dalam suatu cincin-cincin. Jumlah cincin dalam suatu granula kurang lebih berjumlah 16, ada yang merupakan cincin lapisan amorf dan cincin yang merupakan lapisan semikristal (Hustiany, 2006). Amilosa merupakan fraksi gerak, yang artinya dalam granula pati letaknya tidak pada satu tempat, tergantung dari jenis pati. Secara umum amilosa terletak diantara molekul-molekul amilopektin dan secara acak berada selang-seling diantara daerah amorf dan kristal (Oates, 1997).

2.3. Pati Termodifikasi

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati. Pati dapat dimodifikasi melalui cara hidrolisis, oksidasi, *cross-linking* atau *cross bonding* dan substitusi (Koswara, 2006).

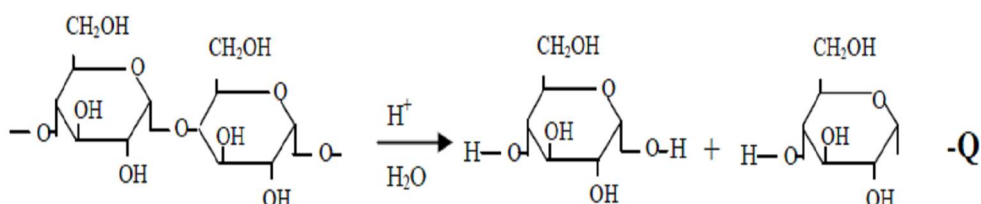
2.3.1. Pati Termodifikasi Asam

Pati termodifikasi asam dibuat dengan menghidrolisis pati dengan asam dibawah suhu gelatinisasi, pada suhu sekitar 52°C. Reaksi dasar meliputi pemotongan ikatan α -1,4-glukosidik dari amilosa α -1,6-D-glukosidik dari amilopektin, sehingga ukuran molekul pati menjadi lebih rendah dan meningkatkan kecenderungan pasta untuk membentuk gel . Pati termodifikasi asam memiliki viskositas pasta panas lebih rendah, kecenderungan retrogradasi lebih besar, ratio viskositas pasta pati dingin dari pasta pati panas lebih rendah, granula yang mengembang selama gelatinisasi dalam air panas lebih rendah, peningkatan stabilitas dalam air

hangat di bawah suhu gelatinisasi dan bilangan alkali lebih tinggi (Sriroth et al, 2002).

Dalam metode hidrolisis asam ini konsentrasi asam, temperatur, konsentrasi pati dan waktu reaksi dapat bervariasi tergantung dari sifat pati yang diinginkan. Molekul amylosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amylopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amylosa. *Thin-boiling Starch* adalah pati termodifikasi yang diperoleh dengan cara hidrolisis dengan mengasamkan suspensi pati sampai pH tertentu dan memanaskan pada suhu tertentu sampai diperoleh derajat konversi yang diinginkan. Kegunaan utama *thin-boiling starch* adalah dalam larutan pembuatan *gypsum wallboard*, *gum candies* dan *sizing* tekstil .

Dibandingkan dengan pati aslinya, pati termodifikasi asam menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, seperti penurunan viskositas sehingga memungkinkan penggunaan pati dalam jumlah yang lebih besar, penurunan kemampuan pengikatan iodine, pengurangan pembengkakan granula selama gelatinisasi, penurunan viskositas intrinsic, peningkatan kelarutan dalam air panas di bawah suhu gelatinisasi, suhu gelatinisasi lebih rendah, penurunan tekanan osmotik (penurunan berat molekul), peningkatan rasio viskositas panas terhadap viskositas dingin dan peningkatan penyerapan NaOH (bilangan alkali lebih tinggi). Akan tetapi sama seperti pati alami, pati termodifikasi bersifat tidak larut dalam air dingin (Koswara, 2006).



Gb.2.3. Reaksi Hidrolisis Pati dengan Asam

2.3.2. Pati Termodifikasi Hidrolisis Enzim

Hal-hal yang mempengaruhi hidrolisa enzim antara lain konsentrasi asam, temperatur, dan waktu pemasakan (O.S Azeez, 2002). Hidrolisis disini adalah dengan memecah rantai pada pati baik amilosa maupun amilopektin. Enzim yang memecah yaitu - amilase. terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, jaringan mikroba. Dapat juga diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* (Niba L.L dkk., 2002). Laju hidrolisis akan meningkat bila tingkat polimerisasi menurun, dan laju hidrolisis akan lebih cepat pada rantai lurus. Hidrolisis amilosa lebih cepat dibanding hidrolisis terhadap amilopektin .

Cara kerja enzim - amilase terjadi melalui dua tahap, yaitu : pertama, degradasi amilosa menjadi maltosa dan amiltrotrosia yang terjadi secara acak. Degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas yang cepat pula. Kedua, relatif sangat lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir dan caranya tidak acak. Keduanya merupakan kerja enzim - amilase pada molekul amilosa (Koswara, 2006).

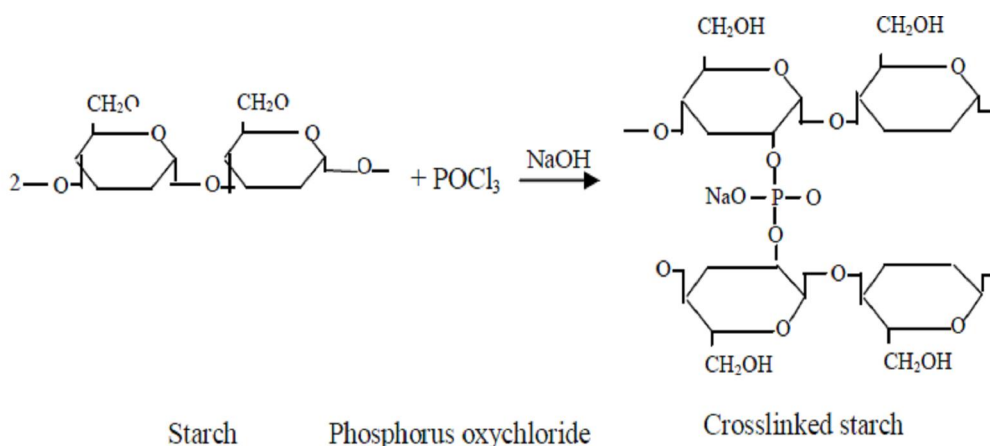
2.3.3. Pati Termodifikasi Ikatan Silang (*Cross-Linking*)

Pati termodifikasi ini diperoleh dengan cara mereaksikan pati dengan reagen bi atau polifungsional seperti sodium trimetaphosphate, phosphorus oxychloride, epichlorohydrin sehingga dapat membentuk ikatan silang pada molekul pati. Reagen tersebut juga dapat digabung dengan asetat anhidrat dan asam dikarboksilat membentuk pati modifikasi ganda. Karakteristik dari pati *cross-linking* adalah suhu gelatinisasi pati menjadi meningkat, pati tahan pada pH rendah dan pengadukan (Megumi Miyazaki, 2006).

Metode *cross-linking* bertujuan menghasilkan pati yang tahan tekanan mekanis, tahan asam dan mencegah penurunan viskositas pati selama pemasakan sedangkan metode esterifikasi-asetat bertujuan menstabilkan viskositas pati, menjernihkan pasta pati, mengurangi retrogradasi dan

menstabilkan pati pada suhu rendah. *Cross-linking* dipakai apabila dibutuhkan pati dengan viskositas tinggi atau pati dengan ketahanan geser yang baik seperti dalam pembuatan pasta dengan pemasakan kontinu dan pemasakan cepat pada injeksi uap. Pati ikatan silang dibuat dengan menambahkan *cross-linking agent* dalam suspensi pati pada suhu tertentu dan pH yang sesuai. Dengan sejumlah *cross-linking agent*, viskositas tertinggi dicapai pada temperatur pembentukan yang normal dan viskositas ini relatif stabil selama konversi pati. Peningkatan viskositas mungkin tidak mencapai maksimum tapi secara perlahan-lahan meningkat sampai pemasakan normal, dan ini tidak untuk semua pati karena ada bahan lain terdapat dalam pati yang dapat mempercepat dan memperluas pengembangan misalnya gula (Koswara, 2006).

Seperti pada umumnya pati yang dipakai dalam industri ditentukan oleh sifat rheologi dari pasta pati yang dihasilkan dari pati tersebut seperti viskositas, kekuatan gel, kejernihan, dan kestabilan rheologi. *Cross-linking* menguatkan ikatan hidrogen dalam granula dengan ikatan kimia yang berperan sebagai jembatan diantara molekul-molekul. Sebagai hasilnya, ketika pati *cross-linked* dipanaskan dalam air, granula-granulanya akan mengembang sehingga ikatan hidrogennya akan melemah. Tahapan proses reaksinya seperti yang ada pada Gambar 2.4. (Megumi Miyazaki, 2006).

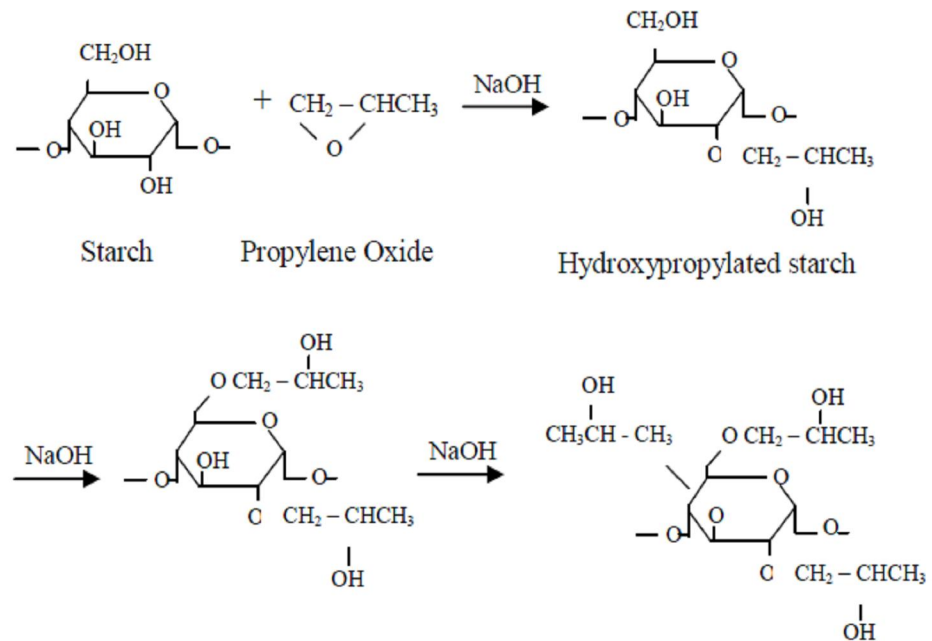


Gb. 2.4. Reaksi Cross Linking pada Pati

Pada modifikasi pati metode *cross-linking*, salah satu pereaksi yang dapat digunakan adalah STPP (Sodium Tri Poli Phosphat). Kegunaan pati jenis ini sebagai *pie filling*, pengalengan, *gravy* dan saus, pembuatan makanan bayi, *salad dressing*, *sizing textile* dan kertas.

2.3.4. Oksidasi Pati

Pati dapat dioksidasi dengan aktivitas dari beberapa zat pengoksidasi dalam suasana asam, netral atau larutan alkali. Menurut FDA (*Food and Drugs Administration*) zat pengoksidasi diklasifikasikan sebagai pemutih dan oksidant untuk pemutih yang diizinkan adalah oksigen aktif dari peroksida atau khlorin dari natrium hipokhlorida, kalium permanganat, ammonium persulfat. Penurunan viskositas pati karena proses oksidasi akan menyebabkan produk lebih mudah dioksidasi lagi menjadi turunannya (derivatnya) dan pengaruh yang sama dapat dihasilkan dari oksidasi derivat pati atau menderivatkan pati teroksidasi, misalnya; pati terposforilasi yang dibuat dengan mempergunakan NaOH dengan produk reaksi dari epikhlorohidrin dan amina tertier. Produk derivat ini dioksidasi dengan NaOCI, menghasilkan produk yang sangat baik untuk pelapis kertas (Tharanathan *et al.*, 2005). Oksidasi juga dapat meningkatkan sifat afinitasnya sehingga mendekati gelatinisasi dengan larutan alkali dan pada suhu kamar. Salah satu proses reaksi oksidasi seperti yang terlihat pada Gambar 2.5 (Miyazaki, 2006).



Gb.2.5. Reaksi Oksidasi pada Pati

2.4. Sifat-sifat Fisikokimia dan Rheologi Pati Termodifikasi

Sifat fisikokimia pati yaitu sifat yang menunjukkan morfologi, struktur, dan kristalinitas dari pati. Sifat ini akan berpengaruh pada granula pati baik dalam bentuk gel, larutan maupun kristal. Kandungan amilosa dan amilopektin memiliki pengaruh yang sangat besar pada sifat fisik pati (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Keduanya saling berhubungan dalam mengubah maupun membentuk sifat yang berbeda-beda tergantung pada perlakuannya. Dalam hal ini yang termasuk sifat-sifat fisikokimia pati antara lain kandungan amilosa dan amilopektin, viskositas, gelatinisasi, dan swelling power (Murillo dkk, 2008 dalam Pudjihastuti, 2010).

Rheologi adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan bentuk dan aliran bahan yang biasanya digunakan pada bahan makanan. Rheologi data yang biasa dibutuhkan dalam industri makanan antara lain: *Quality control* dari produk akhir, mengevaluasi tekstur makanan, secara fungsional menentukan komposisi dalam meningkatkan produk (James N. Be Miller dkk., 1997).

Sifat-sifat psikokimia dan rheologi produk tapioka termodifikasi seperti: *swelling power*, kelarutan, gugus karbonil, dan gugus karboksil memiliki standard

tertentu berdasarkan pada penelitian yang sudah dilakukan terdahulu. *Swelling power* adalah kekuatan tepung untuk mengembang. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain: perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai dan distribusi berat molekul. Tepung tapioka memiliki *swelling power* medium dibanding dengan tepung kentang dan sereal (Be Miller dkk., 1997).

2.5. Tepung Mocaf

Modified Cassava Flour (MOCAF) merupakan produk turunan dari tepung ubi kayu yang menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi dimana mikroba BAL (Bakteri Asam Laktat) mendominasi selama fermentasi tepung ubi kayu ini (Subagio, 2007). Secara teknis, cara pengolahan MOCAF sangat sederhana, mirip dengan pengolahan tepung ubi kayu biasa, namun disertai dengan proses fermentasi. Ubi kayu dibuang kulitnya, dikerok lendirnya, dan dicuci bersih, kemudian dilakukan pengecilan ukuran ubi kayu dilanjutkan dengan tahap fermentasi selama 12-72 jam. Setelah fermentasi, ubi kayu tersebut dikeringkan kemudian ditepungkan sehingga dihasilkan produk tepung ubi kayu termodifikasi (Subagio, 2007).

Mikroba yang tumbuh pada ubi kayu akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi pembebasan granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Proses pembebasan granula pati ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan bercampur dengan tepung sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa singkong yang cenderung tidak disukai konsumen, cita rasa MOCAF menjadi netral dengan menutupi cita rasa ubi kayu sampai 70% (Subagio, 2007).

Selama proses fermentasi terjadi penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen (khususnya pada ubi kayu kuning) dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan. Dampaknya adalah warna MOCAF yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa dan juga berbau netral (tidak berbau apek khas). Selain itu proses ini akan menghasilkan tepung yang secara karakteristik dan kualitas hampir menyerupai tepung dari terigu, sehingga produk MOCAF sangat cocok untuk menggantikan bahan terigu untuk kebutuhan industri makanan (Subagio, 2005).

Walaupun dari komposisi kimianya tidak jauh berbeda, MOCAF mempunyai karakteristik fisik dan organoleptik yang spesifik jika dibandingkan dengan tepung ubi kayu pada umumnya. Kandungan nitrogen MOCAF lebih rendah dibandingkan tepung ubi kayu, dimana senyawa ini dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan atau pemanasan. Dampaknya adalah warna MOCAF yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa (Subagio, 2007).

Hasil uji coba menunjukkan bahwa MOCAF dapat digunakan sebagai bahan baku, baik substitusi maupun seluruhnya, dari berbagai jenis produk bakery seperti kue kering (cookies, nastar, dan kaastengel dll), kue basah (cake, kue lapis, brownies, spongy), dan roti tawar. Selain itu tepung MOCAF juga dapat digunakan dalam pembuatan bihun, dan campuran produk lain berbahan baku gandum atau tepung beras. Hasil produk berbahan mocaf ini tidak jauh berbeda dengan produk yang menggunakan bahan tepung terigu maupun tepung beras. Disamping itu, telah juga dilakukan uji coba substitusi tepung terigu dengan MOCAF dalam skala pabrik yang menunjukkan bahwa untuk menghasilkan mie mutu baik dapat digunakan tepung MOCAF hingga 15% untuk mensubstitusi tepung terigu, sedangkan untuk menghasilkan mie kualitas rendah, tepung terigu dapat disubstitusi dengan tepung MOCAF hingga kadar 25% (Subagio, 2005).

2.6. Tepung Cassava Bimo

Upaya mendayagunakan ubi kayu terus dilakukan mengingat potensi ubi kayu sebagai pangan nusantara yang memiliki potensi besar untuk mendukung

ketahanan pangan nasional dan sebagai bahan baku produk olahan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Upaya pendayagunaan ubi kayu diantaranya adalah dengan aplikasi teknologi untuk menghasilkan tepung yang dapat meminimalkan sifat kurang disukai oleh konsumen dan meningkatkan sifat fisiko kimia tepung sehingga cocok untuk bahan baku produk berbagai produk olahan diantaranya kue basah, kue kering, roti tawar, mie dan lain-lain. Upaya lain untuk meningkatkan persepsi positif tepung ubikayu termodifikasi secara biologi (*Biologically Modified Cassava Flour/Bimo-CF*) adalah dengan memperkenalkan nama Tepung Cassava Bimo (Misgiyarta, 2009).

Tingginya harga tepung terigu membuat industri roti dan tepung bumbu mencari bahan baku alternatif sumber karbohidrat pengganti terigu yang lebih murah. Ubi kayu mempunyai potensi sebagai sumber karbohidrat lokal pengganti gandum, namun ubi kayu tidak memiliki gluten seperti yang dimiliki gandum sehingga produk tidak mengembang. Melalui penggunaan tepung kasava termodifikasi (dengan proses fermentasi) yang memiliki karakteristik menghasilkan produk lebih mengembang, tidak berbau ubi kayu dan lebih lembut, mempunyai peluang sebagai bahan substitusi terigu (Misgiyarta, 2009).

Tepung cassava bimo adalah tepung yang dibuat secara langsung dari ubi kayu yang dikeringkan dan dijadikan tepung, tetapi bukan dibuat gaplek sehingga warnanya masih keputihan. Tepung Cassava bimo ini merupakan produk tepung dari ubi kayu yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi, dimana mikroba BAL (Bakteri Asam Laktat) mendominasi selama fermentasi tepung ubi kayu ini. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kelarutannya (Misgiyarta, 2009).

2.7. Starter Bimo-CF

Starter Bimo-CF merupakan bibit yang berbentuk tepung (powder) yang digunakan untuk fermentasi ubikayu dalam bentuk chips atau sawut. Starter Bimo-CF menggunakan bahan aktif berbagai mikroba bakteri asam laktat yang aman untuk pangan dan diperkaya dengan nutrisi dan dibuat dengan teknologi yang menghasilkan stabilitas dan efektifitas starter yang tinggi.

Starter Bimo-CF dalam kemasan plastik ukuran 1 kilogram bakteri asam laktat memiliki peran di antaranya asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat memberikan aroma dan flavor. Bakteri asam laktat mampu berperan sebagai agen diversifikasi pengolah pangan sebab bakteri ini memiliki kemampuan mendegradasi gula yang terkandung dalam media pertumbuhannya menjadi gula sederhana, mendegradasi protein dan peptida menjadi asam amino. Bakteri asam laktat aman untuk pangan, tidak menghasilkan toksin pada makanan, sehingga sering disebut sebagai mikroorganisme yang meningkatkan nilai makanan (food grade microorganism). Bakteri asam laktat berperan pula sebagai agen yang dapat mengawetkan pangan. Bakteri ini mengawetkan pangan dengan menghasilkan senyawa anti mikroba berupa asam organik, hidrogen peroksida, diasetil, bakteriosin, etanol, potensial redoks yang rendah.

Dengan kemampuan untuk mengubah berbagai senyawa yang terdapat pada media menjadi senyawa lain yang lebih sederhana, memberikan rasa dan aroma yang khas pada makanan maka bakteri ini akan memiliki kemampuan untuk meningkatkan rasa dan nilai penerimaan produk pangan fermentasi oleh bakteri asam laktat. Kondisi optimal pertumbuhan bakteri asam laktat adalah pada suhu 30 – 37 derajat Celcius, pH 3,0 – 8,0 , sumber gula media pertumbuhan glukosa dan fruktosa. Bakteri asam laktat memiliki tingkat efisiensi penggunaan substrat tergantung pada tipe fermentasinya. Bakteri asam laktat homofermentatif mampu mengubah 95% glukosa substrat menjadi asam laktat, CO₂, dan senyawa volatil. Bakteri asam laktat heterofermentatif dapat menggunakan 90% gula yang ada dalam substrat.

2.8. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3-4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Pada umumnya mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 6-8, sifat yang terpenting dari bakteri asam laktat adalah kemampuannya untuk merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dihasilkan asam laktat. Sifat ini penting dalam pembuatan produk fermentasi (Buckle et al, 1987).

Bakteri asam laktat mempunyai peranan esensial hampir dalam semua proses fermentasi makanan dan minuman. Peran utama bakteri ini dalam industri makanan adalah untuk pengasam bahan mentah dengan memproduksi sebagian besar asam laktat (bakteri homofermentatif) atau asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂ (bakteri heterofermentatif). Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif (sebagian besar hasil akhir merupakan asam laktat) dan heterofermentatif (hasil akhir berupa asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂) (Jay, 1996).

Pemanfaatan BAL oleh manusia telah dilakukan sejak lama, yaitu untuk proses fermentasi makanan. BAL merupakan kelompok besar bakteri menguntungkan yang memiliki sifat relatif sama. Saat ini BAL digunakan untuk pengawetan dan memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan. BAL mampu memproduksi asam laktat sebagai produk akhir perombakan karbohidrat, hydrogen peroksida, dan bakteriosin (Afrianto dkk., 2006). Dengan terbentuknya zat antibakteri dan asam maka pertumbuhan bakteri pathogen seperti *Salmonella* dan *E. coli* akan dihambat (Rostini, 2007).

Bakteri asam laktat memiliki peran yaitu; Asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat memberikan aroma dan flavor, mampu berperan sebagai agen diversifikasi pengolah pangan sebab bakteri ini memiliki kemampuan mendegradasi gula yang terkandung dalam media pertumbuhannya menjadi gula sederhana, mendegradasi protein dan peptida menjadi asam amino. Bakteri asam laktat aman untuk pangan, tidak menghasilkan toksin pada makanan, sehingga

sering disebut sebagai mikroorganisme yang meningkatkan nilai makanan (*food grade microorganism*), bakteri ini berperan pula sebagai agen yang dapat mengawetkan pangan. Dengan kemampuan untuk mengubah berbagai senyawa yang terdapat pada media menjadi senyawa lain yang lebih sederhana, memberikan flavor dan aroma yang khas pada makanan maka bakteri ini akan memiliki kemampuan untuk meningkatkan rasa dan nilai penerimaan produk pangan fermentasi oleh bakteri asam laktat (Buckle et al., 1987).

Kondisi optimal pertumbuhan bakteri asam laktat adalah pada suhu 30-37°C, pH 3,0–8,0, sumber gula media pertumbuhan glukosa dan fruktosa. Bakteri asam laktat memiliki tingkat efisiensi penggunaan substrat tergantung pada tipe fermentasinya. Bakteri asam laktat homofermentatif mampu mengubah 95% glukosa substrat menjadi asam laktat, CO₂ dan senyawa volatil. Bakteri asam laktat heterofermentatif dapat menggunakan 90% gula yang ada dalam substrat (Kuswanto dan Sudarmadji, 1988).

Lactobacillus Plantarum

Lactobacillus Plantarum merupakan salah satu jenis BAL homofermentatif dengan temperatur optimal lebih rendah dari 37°C (Frazier dan Westhoff, 1988). *Lactobacillus Plantarum* berbentuk batang (0,5-1,5 s/d 1,0-10 µm) dan tidak bergerak (non motil). Bakteri ini memiliki sifat katalase negatif, aerob atau fakultatif anaerob, mampu mencairkan gelatin, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, toleran terhadap asam, dan mampu memproduksi asam laktat. Dalam media agar membentuk koloni berukuran 2-3 mm, berwarna putih opaque, konveks, dan dikenal sebagai bakteri pembentuk asam laktat (Kuswanto dan Sudarmadji, 1988).

Lactobacillus Plantarum mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Menurut Buckle et al (1978) asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrat sehingga menimbulkan suasana asam, dapat meningkatkan keasaman sebesar 1,5 sampai 2,0% pada substrat. Dalam keadaan asam bakteri ini memiliki kemampuan

untuk menghambat bakteri pathogen dan bakteri pembusuk (Bramberg, 2001 dalam Rostini, 2007).

III. METODE PENELITIAN

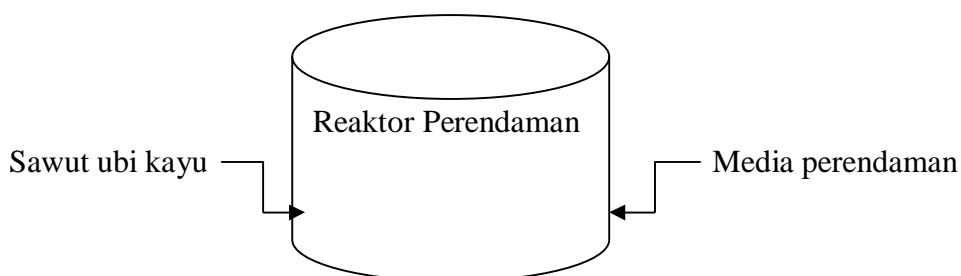
3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu segar diperoleh langsung dari petani dikupas dan dipotong-potong menjadi sawut atau chip, garam dapur merk Refina dengan kandungan NaCl 99,25 %w, Starter Bimo-CF yang mengandung bahan aktif berbagai mikroba bakteri asam laktat, yang dibeli di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian di Bogor.

3.2. Alat Penelitian

Alat utama dalam penelitian ini adalah reaktor untuk perendaman atau fermentasi, alat perajang atau pemotong, portabel pengering matahari.

Sementara itu alat yang digunakan untuk analisa hasil meliputi oven, pengaduk, thermometer, kompor listrik, water bath, centrifuge dan alat texture analyser.



Gambar.3.1. Alat Penelitian



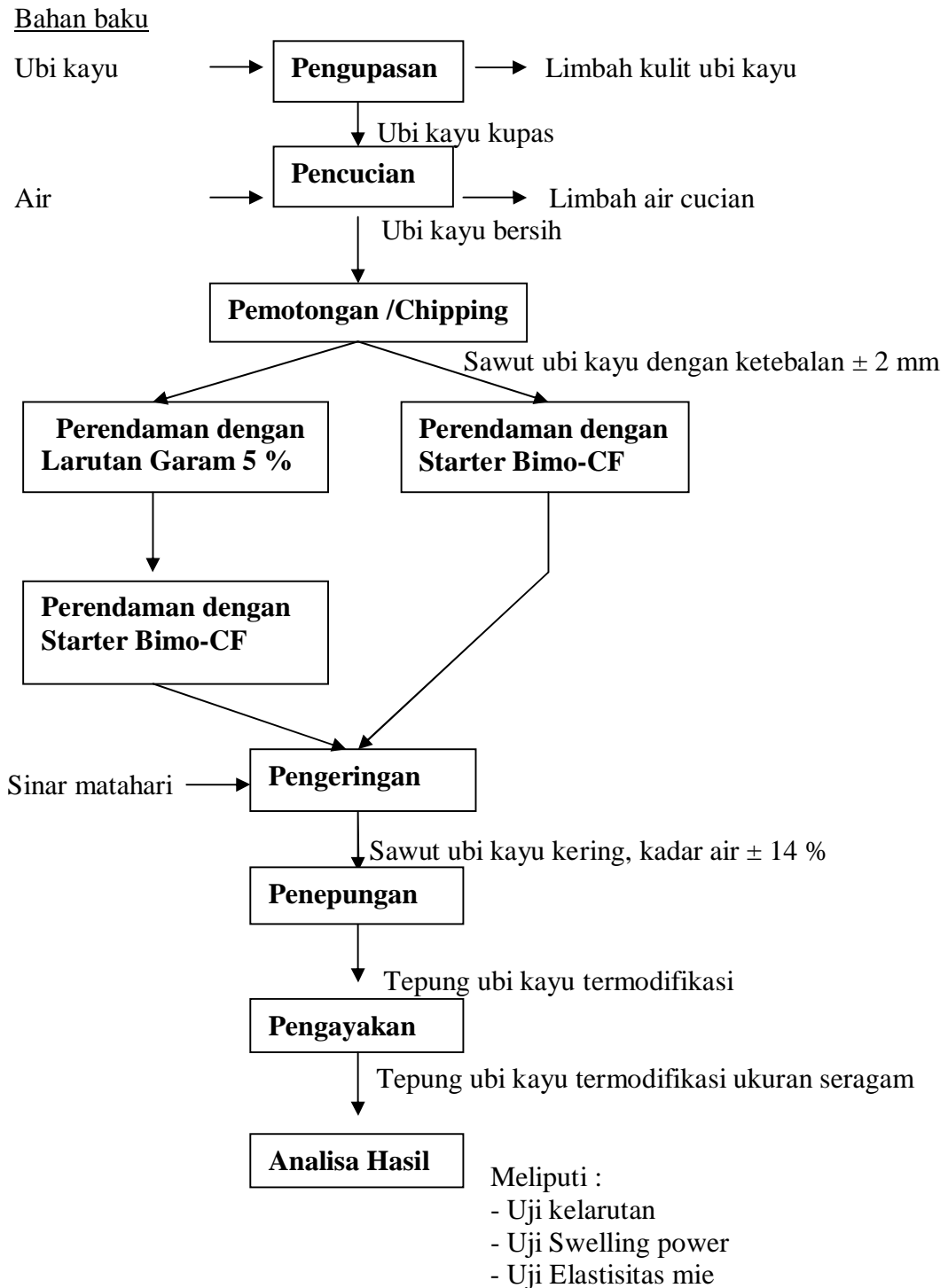
Gambar.3.2.Centrifuge



Gambar 3.3. Texture Analyzer Lloyd

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium, dimana secara garis besar tahapan penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada bagan rancangan penelitian seperti yang disajikan pada Gambar 3.4. Dalam penelitian ini direncanakan ada 15 run percobaan. 5 run pertama dilakukan untuk mencari waktu yang optimal untuk perlakuan awal perendaman menggunakan garam dapur 5 %w dengan variasi lamanya perendaman yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 jam. 5 run kedua dilakukan perendaman menggunakan Starter Bimo-CF selama 12 jam dengan variasi konsentrasi starter 0,5% w, 1% w, 1,5% w, 2% w dan 2,5% w. 5 run terakhir perendaman dengan garam dapur 5%w sebagai perlakuan awal dilanjutkan dengan perendaman dengan starter Bimo-CF selama 12 jam dengan variasi konsentrasi starter 0,5% w, 1% w, 1,5% w, 2% w dan 2,5% w. Hasil tepung ubi kayu termodifikasi kemudian diuji sifat fisikokimia yang meliputi uji swelling power, uji kelarutan dan uji elastisitas.



Gambar 3.4. Bagan Rancangan Penelitian

Tabel.3.1. Rancangan Penelitian

Run	Variabel Proses				Pengukuran/ Analisis	Hasil
	Konsentrasi Garam dapur	Konsentrasi Starter Bimo-CF	Waktu Perendaman			
1.	5% w		2 jam	}	Uji Kelarutan Uji Swelling Power	T Opt
2.	5% w		4 jam			
3.	5% w		6 jam			
4.	5% w		8 jam			
5.	5% w		10 jam			
6.		0,5% w	12 jam	}	Uji Kelarutan Uji Swelling Power Uji Elastisitas	C Opt
7.		1,0% w	12 jam			
8.		1,5% w	12 jam			
9.		2,0% w	12 jam			
10.		2,5% w	12 jam			
11.	5% w	0,5% w	T opt	}	Uji Kelarutan Uji Swelling Power Uji Elastisitas	A Opt
12.	5% w	1,0% w	T opt			
13.	5% w	1,5% w	T opt			
14.	5% w	2,0% w	T opt			
15.	5% w	2,5% w	T opt			

Kondisi tetap : * Berat ubi kayu sawut = 1 Kg

* Volume air perendaman = 1,5 Lt

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Tahap persiapan bahan

Tahap persiapan bahan baku dimulai dari ubi kayu segar dibersihkan dari tanah dan kotoran dengan cara dicuci dalam keadaan belum terkupas. Hal ini dilakukan agar nantinya ubi kayu tidak berwarna coklat terkena tanah pada saat dikupas. Untuk sekali percobaan dibutuhkan ubi kayu sekitar 1,5-2 kg untuk menghasilkan ubi kayu sawut seberat 1 kg.

Setelah ubi kayu bersih dari kotoran/tanah liat, dilakukan pengupasan ubi kayu dari kulitnya dengan menggunakan pisau biasa, setelah itu langsung direndam dalam air untuk menjaga warna ubi kayu tetap putih. Semua ubi kayu yang telah dikupas dan dicuci bersih, dilakukan penyawutan dengan cara memotongnya setebal kira-kira 1–2 mm menggunakan alat perajang atau penyawut ataupun dengan menggunakan pisau biasa. Untuk satu kali percobaan dipakai ubi kayu sawut seberat 1 kg.

3.4.2. Tahap fermentasi

Pada tahap fermentasi akan dilakukan dengan dua cara perlakuan. Perlakuan pertama sawut ubi kayu seberat 1 kg langsung difermentasi menggunakan starter Bimo-CF selama 12 jam dengan variasi konsentrasi starter 0,5% w; 1% w; 1,5% w; 2,0% w dan 2,5% w.

Perlakuan kedua, sebelum sawut ubi kayu difermentasi menggunakan starter Bimo-CF, sawut direndam dahulu dalam larutan garam dapur 5% w sebagai perlakuan awal dilanjutkan larutan starter Bimo-CF selama 12 jam dengan konsentrasi starter 0,5% w; 1% w; 1,5% w; 2,0% w dan 2,5% w.

Setelah perendaman selesai sesuai dengan variabel, sawut ditiriskan dahulu untuk mengurangi kadar air sebelum dikeringkan. Sawut ditempatkan pada tampah (anyaman bambu ataupun anyaman plastik) kemudian dijemur dibawah terik matahari hingga kadar air sekurang-kurangnya 14 %. Untuk mencapai kadar air 14 % setidaknya memerlukan waktu penjemuran antara 2-3 hari, dan penjemuran dilakukan dari pukul 07.00 – 15.30.

Sawut kering yang dihasilkan kemudian dilakukan penepungan dengan menggunakan alat penepungan. Setelah terbentuk tepung, agar diperoleh ukuran butiran tepung yang seragam, maka dilakukan pengayakan. Langkah terakhir adalah menimbang berat tepung yang dihasilkan dan menganalisisnya.

3.4.3. Teknik Analisis

Produk tepung ubi kayu termodifikasi yang dihasilkan selanjutnya dianalisis untuk menentukan karakteristik tepung yang meliputi ; kelarutan, swelling power dan uji elastisitas.

Uji Kelarutan (Solubility)

Pengujian kelarutan / *Solubility* (Kainuma dkk, 1967) dilakukan dengan cara :

- 1 gr tepung ubi kayu termodifikasi dilarutkan dalam 20 ml aquadest.
- Larutan dipanaskan dalam *water bath* dengan temperatur 60 °C selama 30 menit.
- Supernatant dan pasta yang terbentuk dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit.
- Supernatant diambil 10 ml lalu dikeringkan dalam oven dan dicatat berat endapan keringnya. Kelarutan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Solubility} = \frac{\text{berat endapan kering.}}{\text{Volume supernatant}}$$

Uji Swelling Power

Swelling power adalah kekuatan tepung untuk mengembang, pengujian *Swelling power* (Leach dkk, 1959) dilakukan dengan cara :

- 0,1 gr tepung ubi kayu termodifikasi dilarutkan dalam aquadest 10 ml.
- Larutan dipanaskan menggunakan *water bath* dengan temperatur 60°C selama 30 menit.
- Supernatan dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit.
- *Swelling power* dihitung dengan rumus :

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{berat pasta}}{\text{Berat sample kering}}$$

Uji Tensile Strength

Produk tepung ubi kayu termodifikasi selanjutnya akan di uji coba dalam pembuatan mie. Metode pembuatan mie yang akan dilakukan yaitu mengkombinasikan 2 macam tepung yaitu tepung ubi kayu termodifikasi dan tepung terigu dengan perbandingan komposisi 20% : 80%, 40% : 60% dan 60% : 40 %. Tepung campuran sebanyak 20 gr ditambahkan air secukupnya kira-kira

30%. Campurkan semua bahan dan diaduk rata (diuleni) hingga membentuk adonan yang homogen dan kalis. Masukkan lembaran adonan dalam alat pembentuk mie, potong dengan ukuran tertentu dan kemudian adonan direbus selama 5 menit, tiriskan dan didinginkan, selanjutnya mie dianalisa tensile strengthnya dengan alat Texture analyser Lloyd.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 . Hasil Penelitian

Dalam penentuan waktu lamanya perendaman dengan larutan garam dapur sebagai perlakuan awal, diperoleh waktu yang optimal yaitu selama 6 jam. Pemilihan ini didasarkan pada hasil pengukuran swelling power dan kelarutan (*solubility*) tepung ubi kayu yang dihasilkan paling besar yaitu 18,47 (g/g) dan 1,98 %.

Dalam Tabel 4.1 disajikan hasil pengukuran besarnya swelling power dan kelarutan dari tepung termodifikasi yang dihasilkan.

Tabel 4.1. Data Swelling Power dan Kelarutan tepung ubi kayu termodifikasi yang dihasilkan

Perlakuan Perendaman (%)	Swelling Power(g/g)	Kelarutan
Starter 0,5 %; 12 jam	11,85	1,54
Starter 1,0 %; 12 jam	14,36	1,95
Starter 1,5 %; 12 jam	15,14	2,11
Starter 2,0 %; 12 jam	16,01	2,05
Starter 2,5 %; 12 jam	18,42	2,54
Garam 5 %;6 jam + Starter 0,5 %; 12 jam	16,50	2,15
Garam 5 %;6 jam + Starter 1,0 %; 12 jam	18,52	2,69
Garam 5 %;6 jam + Starter 1,5 %; 12 jam	18,15	1,86
Garam 5 %;6 jam + Starter 2,0 %; 12 jam	14,48	1,72
Garam 5 %;6 jam + Starter 2,5 %; 12 jam	14,25	1,61
Tanpa perendaman/modifikasi	6,92	0,76
Tepung terigu cakra	10,17	2,09

4.2. Pembahasan Data

4.2.1. Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap Swelling Power

Swelling power merupakan suatu sifat yang mencirikan daya kembang suatu bahan, dalam hal ini yaitu kekuatan tepung untuk mengembang. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain: perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai dan distribusi berat molekul (BeMiller *et al.*, 1997). Apabila kadar amilosa lebih tinggi maka pati akan bersifat kering, kurang lekat dan cenderung menyerap air banyak (higroskopik). Besarnya swelling power untuk setiap bahan tepung berbeda, karena swelling power sangat menentukan sifat dan kegunaan dari tepung .

Swelling power merupakan perbandingan berat pasta dengan berat pati kering, pasta ini termasuk amilopektin yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu jika kandungan amilopektin (pasta) semakin berkurang, maka swelling powernya juga semakin berkurang (Hee-Young An, 2005). Semakin besar swelling power berarti semakin banyak air yang diserap selama pemasakan, hal ini tentu saja berkaitan dengan kandungan amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam tepung. Semakin tinggi kadar amilosa maka nilai pengembangan volume akan semakin tinggi. Hal itu karena dengan kadar amilosa yang tinggi maka akan menyerap air lebih banyak sehingga pengembangan volume juga semakin besar (Murillo, 2008)

Sifat-sifat fisikokimia dan rheologi produk tapioka termodifikasi seperti: swelling power, kelarutan, gugus karbonil, dan gugus karboksil memiliki standard tertentu berdasarkan pada penelitian yang sudah dilakukan terdahulu seperti yang tercantum pada Tabel 4.2.

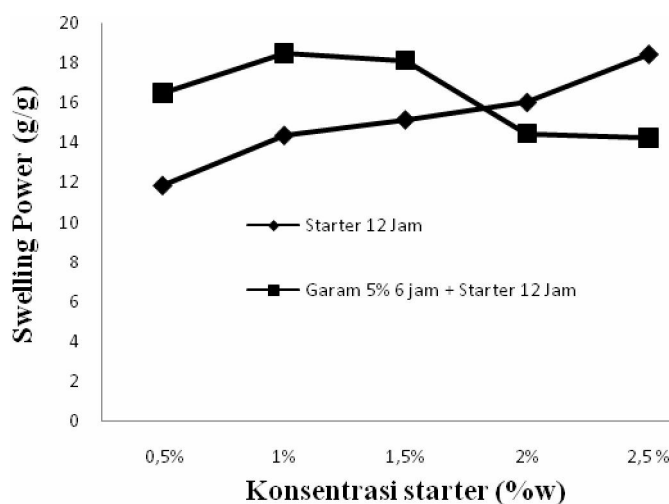
Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi starter terhadap harga swelling power dilakukan dua macam perlakuan. Perlakuan pertama perendaman sawut ubi kayu menggunakan starter Bimo-CF selama 12 jam. Sedangkan perlakuan kedua sawut ubi kayu direndam dahulu dalam larutan garam 5% w selama 6 jam, baru kemudian direndam dalam starter Bimo-Cf selama 12 jam. Konsentrasi starter Bimo-CF dibuat variasi yaitu 0,5% w; 1,0% w; 1,5% w; 2,0% w dan 2,5% w.

Pemilihan waktu perendaman menggunakan starter selama 12 jam sesuai dengan penelitian terdahulu dengan starter Bimo-CF (Misgiyarta, 2005). Setelah proses fermentasi selesai, ubi kayu dikeringkan dan ditepungkan, kemudian dianalisa besarnya swelling power.

Tabel 4.2. Standard Sifat-sifat Fisikokimia dan Rheologi Tapioka Termodifikasi secara fermentasi (Numfor *et al.*,1994)

Sifat Fisikokimia	Value
Swelling Power (g/g)	18,16
Kelarutan (%)	2,23
Gugus Karbonil (%)	0,03
Gugus Karboksil (%)	0,07
Viskositas (cp)	5107,7

Pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 disajikan hasil pengukuran swelling power untuk kedua perlakuan dengan variasi konsentrasi starter.



Gb. 4.1. Grafik Pengaruh Konsentrasi starter terhadap Swelling Power

Dari grafik terlihat untuk perendaman menggunakan starter harga swelling power semakin bertambah dengan semakin besarnya konsentrasi starter. Harga swelling power yang mendekati harga yang dilaporkan oleh Numfor *et al.*, 1994 yaitu sebesar 18,16 adalah pada saat konsentrasi 2,5% w yaitu 18,42. Hal

ini dimungkinkan karena dengan semakin besarnya konsentrasi starter, maka mikroba yang dihasilkan akan semakin banyak. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut (Subagio, 2006).

Pada perendaman menggunakan garam dapur 5% w selama 6 jam dan dilanjutkan dengan perendaman menggunakan starter selama 12 jam, harga swelling power yang mendekati harga yang dilaporkan oleh Numfor *et al.*, 1994 yaitu sebesar 18,16 adalah pada saat konsentrasi starter 1,0% w yaitu 18,52. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa dengan perlakuan awal perendaman menggunakan garam dapur, untuk mendapatkan harga swelling power yang hampir sama konsentrasi starter yang digunakan lebih kecil yaitu 1,0% w.

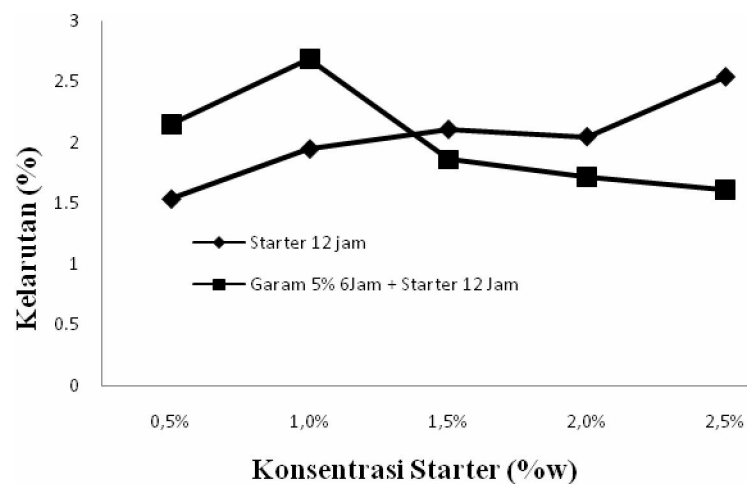
Hal ini dimungkinkan karena pada saat perendaman menggunakan larutan garam 5%w, garam telah menarik keluar cairan sel jaringan yang mengandung sakarida-sakarida sehingga amilosa dan amilopektin dalam jaringan ubi kayu dapat tereduksi yang menyebabkan rantai pati menjadi lebih pendek dan mudah menyerap air. Kemudian dilanjutkan perendaman menggunakan starter 1%w, perendaman menggunakan starter tersebut mereduksi amilosa dan amilopektin yang terdapat di ubi kayu, namun karena sel jaringan yang mengandung amilosa dan amilopektin telah ditarik keluar melalui perendaman menggunakan larutan garam, amilosa dan amilopektin dapat dipecah menjadi rantai yang lebih pendek oleh bakteri asam laktat hanya sebagian (Atichokudomchai, et.al., 2002)

Pada konsentrasi starter diatas 1,0% w, harga swelling power terus menurun, hal ini dimungkinkan karena penambahan konsentrasi starter sudah tidak efektif lagi. Penambahan konsentrasi enzim seperti halnya penambahan konsentrasi starter akan meningkatkan kecepatan reaksi bila substrat tersedia

secara berlebih. Kecepatan reaksi dalam reaksi enzim sebanding dengan konsentrasi enzim, semakin tinggi konsentrasi enzim maka kecepatan reaksi akan semakin tinggi, tetapi pada batas konsentrasi tertentu dimana hasil akan konstan yang disebabkan penambahan enzim sudah tidak efektif lagi (Frazier, et.al,1998).

4.2.2. Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap % Kelarutan

Kelarutan merupakan kemampuan bahan untuk terabsorpsi dalam air sehingga tidak terbentuk emulsi .



Gb. 4.2. Grafik Pengaruh Konsentrasi starter terhadap Kelarutan

Hasil penelitian yang disajikan pada gambar 4.2 merupakan hubungan konsentrasi starter dengan kelarutan yang dihasilkan. Dari grafik terlihat untuk perendaman menggunakan starter selama 12 jam harga kelarutan semakin bertambah dengan semakin besarnya konsentrasi starter. Harga kelarutan pada saat konsentrasi starter 2,5 % sebesar 2,54 lebih besar dari harga yang dilaporkan oleh Numfor *et al.*, 1994 yaitu sebesar 2,23.

Pada perendaman menggunakan garam dapur 5%w selama 6 jam dan dilanjutkan dengan starter selama 12 jam, harga kelarutan tertinggi diperoleh pada saat konsentrasi starter 1 %w yaitu sebesar 2,69. Secara keseluruhan perlakuan perendaman menggunakan garam dan dilanjutkan dengan perendaman

menggunakan starter memberikan hasil kelarutan yang lebih besar dibandingkan dengan hanya direndam menggunakan starter. Hal ini dimungkinkan karena pada saat perendaman dengan garam, granula pati akan terdegradasi menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dan mudah larut dalam air (Frazier, et.al., 1998). Pada saat proses selanjutnya dengan perendaman menggunakan starter, proses degradasi akibat aktivitas mikroba berlanjut. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati yang menyebabkan granula pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil sehingga kelarutannya semakin besar (Subagio,2005)

4.2.3. Pengujian Tensile Strength

Tensile Strength (daya regang) umumnya digunakan mengukur kekuatan yang dibutuhkan untuk menarik sesuatu seperti tali, kawat, atau balok struktural ke titik di mana dapat rusak atau merupakan batas kemampuan maksimum material mengalami gaya tarik dari luar hingga mengalami *fracture* (patah). Nilai *tensile strenght* dan jarak patahan yang tinggi berhubungan dengan teksture mie ketika dimakan (Guan, 1998).

Hasil pengujian Tensile strength pada mie dilakukan dengan menggunakan alat texture analyzer, Lloyd. Pada pengujian ini tidak semua variable diuji tensile strengthnya. Variabel yang dibuat mie dan diuji tensile strengthnya adalah perlakuan menggunakan garam 5 % w 6 jam; starter 1%w 12 jam; starter 2,5%w 12 jam dan gabungan garam 5%w 6 jam dilanjutkan starter 1%w 12 jam. Perbandingan antara tepung termodifikasi dengan tepung terigu cakra yang digunakan adalah 20:80 ; 40:60 dan 60:40. Perbandingan 80:20 tidak dilakukan karena tekstur mie mudah sekali terputus sehingga sulit untuk diukur tensile strengthnya. Hasil tensile strength pada beberapa perlakuan dan perbandingan dengan tepung terigu cakra disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Tensile Strength pada beberapa perlakuan dan perbandingan dengan tepung terigu (w/w)

No	Variabel		Tensile Strength
	Perlakuan	Perbandingan (w/w)	(N/mm ²)
	Tepung terigu cakra		0,1041
1.	Perendaman Garam 5 % w ; 6 jam	20 : 80	0,0827
		40 : 60	0,0717
		60 : 40	0,0516
2.	Perendaman Starter 1 % w ; 12 jam	20 : 80	0,1053
		40 : 60	0,0882
		60 : 40	0,0671
3.	Perendaman Starter 2,5 % w ; 12 jam	20 : 80	0,0803
		40 : 60	0,0715
		60 : 40	0,0549
4.	Perendaman Garam 5% w ; 6 jam + Starter 1 % w ; 12 jam	20 : 80	0,0802
		40 : 60	0,0776
		60 : 40	0,0405
5.	Tepung ubi kayu tanpa modifikasi	20 : 80	0,0457

Hasil yang diperoleh pada semua perlakuan menunjukkan bahwa semakin banyak tepung terigu yang ditambahkan maka harga tensile strengthnya semakin tinggi. Harga tensile strength tertinggi diperoleh pada perbandingan tepung termodifikasi : tepung terigu sebesar 20 : 80. Semakin banyak tepung terigu yang ditambahkan, maka mie akan menjadi lebih elastis, sehingga tensile strength yang dihasilkan semakin tinggi pula .

Dari semua perlakuan, yang menghasilkan tensile strength yang tertinggi dan mendekati tensile strength tepung terigu 0,1041 N/mm² adalah pada perendaman starter 1,0% w selama 12 jam dan pada perbandingan tepung termodifikasi : tepung terigu sebesar 20 : 80. Hal ini sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh Misgiyarta (2005). *Tensile strength* atau daya regang berhubungan dengan kadar protein, dimana kadar protein yang tinggi memberikan nilai daya putus yang tinggi pula. Hal ini karena dengan semakin tinggi kadar protein berarti semakin panjang ikatan peptidanya, sehingga

dibutuhkan energi yang lebih besar untuk memutuskan ikatan peptidanya tersebut (Horseney,1994). Jaringan gluten pada tepung terigu memiliki sifat viskositas yang dibentuk oleh glutenin sebagai pembawa sifat elastis. Gluten pada tepung terigu memiliki sifat lentur (elastis) dan rentang (ekstansibel), kelenturan gluten ditentukan terutama oleh glutenin, sedangkan kerentangannya ditentukan oleh gliadin (Indah,1994). Menurut Buckle, (1987) jaringan gluten bersifat viskoelastis, karakteristik itu dibentuk oleh fraksi protein glutenin yang bersifat elastis dan kuat serta protein gliadin yang elastis dan lemas.

Telah juga dilakukan uji coba substitusi tepung terigu dengan MOCAF dengan skala pabrik. Hasilnya menunjukkan bahwa hingga 15% MOCAF dapat mensubstitusi terigu pada mie dengan mutu baik, dan hingga 25% untuk mie berkelas rendah, baik dari mutu fisik maupun organoleptik. Secara teknis pun, proses pembuatan mie tidak mengalami kendala yang berarti jika MOCAF digunakan untuk mensubstitusi terigu.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya perubahan sifat fisikokimia dan rheologi yang cukup signifikan antara tepung ubi kayu termodifikasi dengan tepung ubi kayu tanpa modifikasi.
2. Untuk perlakuan awal perendaman dengan larutan garam dapur 5%w, waktu perendaman yang menghasilkan harga swelling power dan solubility yang mendekati tepung terigu adalah pada waktu perendaman selama 6 jam.
3. Untuk variabel konsentrasi starter Bimo-CF, harga swelling power dan *solubility* terbesar diperoleh pada saat penggunaan konsentrasi starter sebesar 2,5% w.
4. Untuk variabel kombinasi garam 5%w dan dilanjutkan dengan starter Bimo-CF diperoleh harga swelling power dan *solubility* terbesar pada saat konsentrasi starter 1% w.
5. Hasil *tensile strength* untuk semua perlakuan, hasil terbaik didapat pada perbandingan tepung ubi kayu termodifikasi dan tepung terigu sebesar 20 : 80.

5.2. Saran

Untuk penelitian dalam pembuatan tepung ubi termodifikasi dengan metode apapun sebaiknya pengujian produknya lebih kompleks lagi yang meliputi sifat fisika maupun sifat kimia dari tepung yang dihasilkan meliputi uji kandungan amilosa, amilopektin, protein, viscositas, uji warna dan lain sebagainya, sehingga diperoleh perbedaan yang signifikan antara tepung ubi kayu yang termodifikasi dengan tepung ubi kayu tanpa modifikasi.

V. RINGKASAN

Gandum merupakan salah satu bahan pangan dengan tingkat konsumsi yang sangat besar di Indonesia. Konsumsi gandum dalam negeri sebagian besar digunakan dalam industri roti dan mie dengan komposisi 25% untuk produksi roti, 20% mie instan, 30% mie basah dan 25% untuk penggunaan lain. Untuk memenuhi konsumsi gandum yang besar tersebut dilakukan dengan cara import, karena produktivitas tanaman gandum di Indonesia belum optimal. Disisi lain Indonesia sangat kaya dengan hasil pertanian ubi kayu yang dimanfaatkan sebagai bahan substitusi ataupun pengganti gandum, maka dibutuhkan teknologi terobosan untuk dapat memodifikasi ubi kayu sehingga mempunyai sifat-sifat yang setara dengan gandum. Salah satu metode untuk memodifikasi tepung ubi kayu yaitu dengan cara biologi melalui proses fermentasi menggunakan starter Bimo-CF.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perlakuan awal perendaman dengan larutan garam dapur 5%w, pengaruh besarnya konsentrasi starter Bimo-CF terhadap sifat fisikokimia dan rheologi tepung ubi kayu termodifikasi yang meliputi swelling power, solubility dan tensile strength.

Proses pembuatan tepung termodifikasi dimulai dengan mengupas ubi kayu, dibuat sawut dan direndam dalam larutan garam 5%w (2, 4, 6, 8 dan 10 jam) sebagai perlakuan awal, dan diperoleh waktu yang optimal untuk perendaman dengan garam dapur yaitu 6 jam. Pada proses fermentasi dilakukan 2 perlakuan yaitu perlakuan pertama langsung direndam dengan starter Bimo-CF selama 12 jam (konsentrasi starter 0,5%w, 1%w, 1,5%w, 2%w dan 2,5%w). Perlakuan kedua direndam dahulu dalam larutan garam dapur 5%w selama 6 jam kemudian dilanjutkan dengan perendaman dengan starter Bimo-CF selama 12 jam (konsentrasi starter 0,5%w, 1%w, 1,5%w, 2%w dan 2,5%w). Setelah sawut dikeringkan kemudian ditepungkan dan dianalisa sifat fisikokimianya. Dari hasil penelitian diketahui bahwa swelling power dan solubility terbesar pada perendaman garam dapur 5%w diperoleh pada saat perendaman selama 6 jam yaitu 18,47(g/g) dan 1,98 %, pada perendaman dengan starter Bimo-CF 12 jam

diperoleh pada konsentrasi 2,5%w yaitu 18,42 (g/g) dan 2,54 %, dan pada kombinasi perendaman garam dapur 5%w dilanjutkan dengan starter diperoleh pada perendaman starter dengan konsentrasi 1%w yaitu 18,52(g/g) dan 2,69 %. Sebagai perbandingan harga swelling power dan solubility tepung terigu cakra sebesar 10,17(g/g) dan 2,09 %, tepung ubi kayu tanpa perlakuan modifikasi sebesar 6,92 (g/g) dan 0,76 %. Pada pengujian Tensile strength harga yang paling mendekati tensile strenght pada mie terigu cakra 100% yaitu 0,1053 N/mm² pada variabel perendaman menggunakan starter 1%w selama 12 jam dengan perbandingan tepung termodifikasi : terigu cakra sebesar 20 : 80. Tensile strength untuk tepung terigu cakra sebesar 0,1041 N/mm² dan untuk tepung ubi kayu tanpa perlakuan modifikasi sebesar 0,04 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E., E. Liviawaty., dan I. Rostini. 2006. *Pemanfaatan Limbah Sayuran untuk Memproduksi Biomasa Lactobacillus plantarum sebagai Bahan Edible Coating dalam Meningkatkan Masa Simpan Ikan Segar dan Olahan*. Laporan Akhir. Unpad. 103-121.
- Ann-Charlott Eliasson., 2004, *Starch in Food*. Woodhead Publishing Limited Cambridge England.
- Aptindo, 2010, *Produksi Gandum Dunia Menipis*, Batavia.co.id.
- Atichokudomchaia Napaporn, Sujin Shobsngobb, Saiyavit Varavinita., 2000, *Morphological Properties of Acid-Modified Tapioca Starch*. Weinheim. 283-289.
- Azeez.O.S., 2002, *Production of Dextrins from Cassava Starch*. Electronic Journal of Biotechnology Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso-Chile. Vol.7 No.1.
- BeMiller. J. N. and West Lafayette, 1997, *Starch Modification: Challenges and Prospects*, USA, Review 127-131.
- Bromberg, R., I. Moreno, C.L. Zaganini, R.R Delboni, V.N. Moreira, J. Oliveira, and A.L.S. Lerayer. 2001. *Characterization of Bacteriocin-Producing Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat and Meat Products (abs)*. IFT Annual Meeting 2001. New Orleans, Louisiana.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, and M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 221-230.
- Departemen Perindustrian, 1990. *Intisari Proses Pembuatan, Peralatan, dan Pemanfaatan Tepung Kasava, Tepung Sagu, dan Tepung Jagung*. Brosur Pameran Pangan 1990. Jakarta : Departemen Perindustrian RI.
- Dzieddzic, S. Z. dan M. W. Kearsley. 1995. *The technology of starch production*. Di dalam Kearsley, M. W. dan S. Z. Dziedzic. *Handbook os Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives*. Blackie Academic and Prof., London.

- Frazier, W.B., and Dennis C. Westhoff. 1998. *Food Microbiology*. Third Edition. McGraw-Hill, Inc. New York. 432-440.
- Grace M.R.1997. *Cassava Processing*. Rome : FAO.UNO.
- Greenwood, C.T. dan D.N. Munro.,1979, *Carbohydrates*. Di dalam R.J. Priestley,ed. *Effects of Heat on Foodstuffs*. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Guan, F. 1998. Studies on Oriental noodles: New probes to measure noodle strength and an objective laboratory method of noodle making, PhD dissertation. Kansas State University: Manhattan, KS.
- Halim A, Siswanto B.1990. *Peranan teknologi pascapanen ubikayu. di dalam supply dan demand untuk pangan Pasaribu dan Sutoro (eds.)*. Prosiding. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pra dan Pascapanen ubikayu I. Lampung : Seminar Nasional UPT-EPG BPPT; 15 Februari 1990.
- He, H. and R.C. Hosene. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem.* 68(4) : 334-336.
- Hee-Young An., 2005, *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches*. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College.
- Hustiany, R. 2006. *Modifikasi asilasi dan suksinilasi pati tapioka sebagai bahan enkapsulasi komponen flavor*. Disertasi Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Indah.S.U.1994. *Pengolahan Roti* .Pusat Antar Pangan Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada , Yogyakarta.
- Isti Pudjihastuti, 2010.*Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Photokimia UV Untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka*. Thesis Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro.
- Jay, M. James. 1996. *Modern Food Microbiology*. Fifth edition. Chapman and Hall. New York, USA. 361-367

- Kainuma K, odat T, Cuzuki S, 1967, *Study of starch Phosphates Monoester*. J. Technol, Soc. Starch 14: 24-28.
- Kanarong Sriroth, Kuakoon Piyachomwan, Kunruedee Sangseethong dan Christopher Oates, 2002, *Modification of Cassava Starch* , Paper of X International Starch Convention, Cracow, Poland.
- Koswara, 2006, *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.
- Kuswanto, K.R., dan Slamet Sudarmadji. 1988. *Proses-proses Mikrobiologi Pangan*.PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 54-60.
- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ, 1959, *Structure of the starch granules*. Didalam Daramola. B dan Osanyinlusi. S.A., 2006, *Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (Zingiber officinale Roscoe)*. African Journal of Biotechnology Vol. 5 (10), pp. 917-920, 16 May 2006.
- Megumi Miyazakia, Pham Van Hunga, Tomoko Maedad dan Naofumi Morita, 2006, *Recent Advances in Application of Modified Starches for Breadmaking*, Elsevier Journal.
- Michael Devega, Munyatul Islamiah, Kamaliah Ulfah, 2010, *Peranan Modified Cassava Flour (Mocaf) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu pada Proses Pembuatan Mie Dalam Upaya Mengurangi Impor Gandum Nasional*, ITB Bogor.
- Misgiyarta, Suismono dan Suyanti, 2009, *Tepung Kasava Bimo Kian Prospektif*, Balai Besar LitbangPascapanen Pertanian.
- Murillo, C.E.C., Wang, Y.J., and Perez, L.A.B., 2008, *Morphological, Physicochemical and Structural Characteristics of Oxidized Barley and Corn Starches*, Starch/Stärke Vol. 60, 634-645.
- Niba L.L., Bokanga, Jackson, Schlimme, 2002, *Physicochemical Properties and Srtarch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot Esculenta (Cassava) Genotypes*. Journal of Food Science. Vol. 67, No.5.
- Numfor et al. 1994. *Physicochemical Changes in Cassava Starch and Flour Associated With Fermentation: Effect on Textural Properties*.

- Oates, C. G. 1997. *Towards an understanding of starch granule structure and hydrolysis*. Review. Trends in Food Sci. and Tech. 8:375-382.
- Okoro Casmir Chukwuemeka, 2007. *Effect of Process Modification on The Physio-chemical and Sensory Quality of Fufu-Flour and Dough*, Departement of Food Technology Yaba, College of Technology, Lagos, Nigeria.
- Ratna Yunita Normasari, 2006. *Kajian penggunaan tepung mocaf (modified cassava flour) sebagai substitusi terigu yang difortifikasi dengan tepung kacang hijau dan prediksi umur simpan cookies*. UNS
- Rostini, I. 2007. *Peranan Bakteri Asam Laktat (Lactobacillus planetarium) Terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah Pada Suhu Rendah*. Universitas Padjajaran Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Jatinangor.
- Rukmana. R.H. 1997. *Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta
- Sangseethong, K., Lertphanich, S., and Sriroth, K., 2009, *Physicochemical Properties of Oxidized Cassava Starch Prepared under Various Alkalinity Levels*, Starch/Stärke Vol. 61.
- Subagio A. 2005. *Mocaf: Inovasi & Peluang Baru Agribisnis*. www.trubus-online.com
- Subagio A. 2007. *Industrialisasi Modified Cassava Flour (MOCAF) sebagai Bahan Baku Industri Pangan untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Suriawiria, Unus. 1995. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Angkasa. Bandung. 101-108.
- Sobowale, A. O, Olurin, T. O and Oyewole, O. B., 2007, *Effect of lactic acid bacteria starter culture fermentation of cassava on chemical and sensory characteristics of fufu flour*, African Journal of Biotechnology Vol. 6 (16), pp. 1954-1958, ISSN 1684-5315
- Syafii, I., 1981. *Percobaan Pembuatan Tepung Mannan dari Umbi Iles-Iles (Amorphophallus variabilis BI)*. Fakultas Teknologi Pertanian, ITB, Bogor.

Tharanathan., Rudrapatman., 2005, *Starch-Value Addition by Modification*,
Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Vol 45, 371-384.

Vatanasuchart.N., Naivikul.O., Charoenrein.S., Sriroth.K., 2003, *Effects of
Different U V Irradiations on Properties of Cassava Starch and Biscuit
Expansion*, Kasetsart.J. (Nat. Sci) 37: 334-344.

Vatanasuchart.N., Naivikul.O., Charoenrein.S., Sriroth.K., 2005, *Molecular
Properties of Cassava Starch with Different U V Irradiation to enhance
Baking Expansion*, Carbohydrate Polymers 61: 80-87.