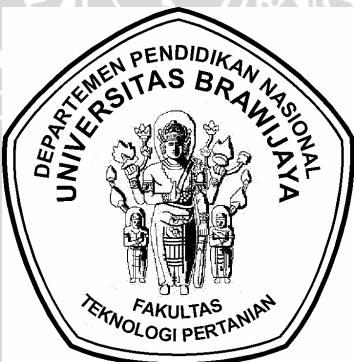


**PEMBUATAN MEDIA FERMENTASI
BERBASIS UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas* L. Var.
Ayamurasaki) SEBAGAI KANDIDAT MINUMAN PROBIOTIK
BERANTOSIANIN
(KAJIAN DARI LAMA PENGUKUSAN UBI JALAR DAN
LAMA FERMENTASI MEDIA)**

Skripsi

Oleh :

**LUTFI TRI HANDAYANI
NIM. 0311010050-101**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

**PEMBUATAN MEDIA FERMENTASI
BERBASIS UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas* L. Var.
Ayamurasaki) SEBAGAI KANDIDAT MINUMAN PROBIOTIK
BERANTOSIANIN
(KAJIAN DARI LAMA PENGUKUSAN UBI JALAR DAN
LAMA FERMENTASI MEDIA)**

Oleh :

**LUTFI TRI HANDAYANI
NIM. 0311010050-101**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pertanian**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**



*Untuk semua orang
yang mencintaiku dengan tulus*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bondowoso, Jawa Timur, pada tanggal 21 Juli 1985 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Muhammad Sholih Suaidy dan Ibu Nurdjanah Achmad Syamsudin.

Jenjang pendidikan pertama penulis diawali dari Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyiah Bustanul Athfal III pada tahun 1989 - 1991. Kemudian dilanjutkan ke jenjang pendidikan SD Negeri Kesatrian V Malang (1991 – 1997) dan pada tahun 1997 – 2000, penulis masuk ke SLTP Negeri 3 Malang. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMU Negeri 1 Malang (2000 - 2003).

Pada tahun 2003 penulis diterima di Universitas Brawijaya Malang (UB) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP), Fakultas Teknologi Pertanian (FTP). Selama menjadi mahasiswa di THP, penulis aktif dalam organisasi FORKITA (Forum Kajian Islam FTP UNIBRAW) dengan menjadi Staff Jurnalistik

Pada bulan Februari 2010 penulis berhasil menyelesaikan studinya di Universitas Brawijaya dan memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (STP) dengan judul skripsi Pembuatan Media Fermentasi Berbasis Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) sebagai Kandidat Minuman Probiotik Berantosianin (Kajian dari Lama Pengukusan Ubi Jalar dan Lama Fermentasi Media)



LUTFI TRI HANDAYANI. 0311010050-101. **Pembuatan Media Fermentasi Berbasis Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) sebagai Kandidat Minuman Probiotik Berantosianin (Kajian dari Lama Pengukusan Ubi Jalar dan Lama Fermentasi Media).** SKRIPSI.

Pembimbing: Dr. Ir. Joni Kusnadi, MSi.

RINGKASAN

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) merupakan salah satu jenis ubi jalar yang kaya akan antosianin. Antosianin pada ubi jalar ungu memiliki sifat fungisional sebagai antioksidan, namun dengan pengolahan yang biasanya memakai suhu tinggi, jumlahnya dapat berkurang. Pengolahan dengan cara fermentasi dilakukan dengan panas minimal dan menghasilkan asam yang dapat menurunkan pH, di mana antosianin lebih stabil pada pH rendah. *Lactobacillus plantarum* B2 dipilih sebagai kultur starter karena merupakan bakteri probiotik yang diisolasi dari bahan nabati, yaitu bekatul padi, sehingga diharapkan dapat tumbuh baik pada media yang terbuat dari ubi jalar.

Selain faktor eksternal, antosianin juga dapat rusak karena faktor internal, yaitu adanya enzim pendegradasi antosianin pada ubi jalar. Pengukusan ubi jalar sebelum pengolahan lebih lanjut dapat menginaktifkan enzim-enzim tersebut, sehingga dapat menghasilkan media fermentasi yang tinggi antosianin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengukusan ubi jalar ungu dan lama fermentasi media terhadap total bakteri asam laktat dan total antosianin pada media fermentasi dan juga untuk mengetahui perubahan sifat kimia dan warna media fermentasi, akibat lama pengukusan ubi jalar dan lama fermentasi media.

Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi dengan perlakuan utama (PU) lama fermentasi media dan anak perlakuan (AP) lama pengukusan ubi jalar. Hasil pengamatan dianalisa dengan menggunakan analisa ragam ANOVA dan bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji beda BNT pada $\alpha = 0,01$.

Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada total bakteri asam laktat akibat perlakuan lama pengukusan ubi jalar dan lama fermentasi media. Kadar total antosianin media memiliki perbedaan yang sangat nyata akibat interaksi dua perlakuan, yaitu lama pengukusan dan lama fermentasi.

Rerata total bakteri asam laktat berkisar antara $2,2 \times 10^8$ cfu/ml- $4,3 \times 10^9$ cfu/ml, dengan demikian media fermentasi ini dapat dilanjutkan untuk pengembangan minuman probiotik karena memiliki total bakteri asam laktat yang tinggi. Rerata total antosianin media fermentasi pada berbagai perlakuan berkisar antara 1,15 mg/L-16,49 mg/L. Kadar total antosianin terendah pada media dengan perlakuan ubi jalar tanpa pengukusan dan fermentasi selama 24 dan 48 jam. Kadar total antosianin tertinggi pada perlakuan ubi jalar kukus 20 menit dengan lama fermentasi media selama 48 jam.

Rerata total gula berkisar antara 0,03%-0,23%. Rerata total asam tertitrasi berkisar antara 1,76%-3,30% dengan pH antara 3,0-3,2. Rerata total padatan terlarut berkisar antara 3,4°Brix -5,5°Brix. Rerata nilai L berkisar antara 27,5-29,9, nilai a* berkisar antara 15,4-32,0, nilai b* berkisar antara 4,3-12,8.

Kata kunci: ubi jalar ungu, antosianin, pengukusan, fermentasi, probiotik



LUTFI TRI HANDAYANI. 0311010050-101. **The Making of Purple-Fleshed Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) Based Fermentation Media as Candidate of Probiotic Beverage with Anthocyanin (Study on Sweet Potato's Steaming Time and Media's Fermentation Time).**

Advisor: Dr. Ir. Joni Kusnadi, MSi.

SUMMARY

Purple fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) is one of anthocyanin rich sweet potatoes. Sweet potato's anthocyanin has advantage function as antioxidant, however it decreases due to high thermal process. Fermentation process is done with minimal heating and produce acid to low pH, whereas anthocyanin is more stable in low pH. *Lactobacillus plantarum* B2 was chosen as starter culture because it is a probiotic bacterium. In another hand it was isolated from plant's part, which was rice bran, so it had been expected to grow well in sweet potato based media.

Anthocyanin is not only degraded by external factors, but also internal factors, which are anthocyanin degrading enzymes. Sweet potato steaming before advanced process could inactivate those enzymes, so it could produce high anthocyanin fermenting media.

The aim of this research was to know the effect of sweet potato steaming time and media's fermentation time to the total lactic acid bacteria and total anthocyanin in fermentation media. This research was also aimed to know the change in chemical properties and color in fermentation media due to sweet potato steaming time and media's fermentation time.

Split plot design was used in this research with the main plot was media's fermentation time and the sub plot was sweet potato steaming time. The collected data was analyzed by ANOVA and followed by Least Significant Difference test ($\alpha=0,01$).

The research resulted that there was no significant difference in total lactic acid bacteria due to two treatments, sweet potato's steaming time and media's fermentation time. Total anthocyanin had significant difference ($\alpha=0,01$) due to that two treatments.

Total lactic acid bacteria ranged between $2,2 \times 10^8$ cfu/ml- $4,3 \times 10^9$ cfu/ml, it means that this fermentation media can be developed to be probiotic beverage because it had high number of total lactic acid bacteria. Total anthocyanin in fermentation media ranged between 1,15 mg/100gram-16,49 mg/100gram. The lowest anthocyanin content was media without steaming, which were fermented in 24 and 48 hours. The highest anthocyanin content was media, which sweet potato was steamed for 20 minutes, with 48 hours fermentation time.

Total sugar ranged between 0,03%-0,23%. Total titratable acidity ranged between 1,76%-3,30% with pH ranged between 3,0-3,2. Total suspended solid ranged between 3,4°Brix -5,5°Brix. L value ranged between 27,5-29,9, a* value ranged between 15,4-32,0, and b* value ranged between 4,3-12,8.

Key words: purple fleshed sweet potato, anthocyanin, steaming, fermentation, probiotic



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan saudara-saudaraku. Terima kasih atas doa dan dukungannya
2. Bapak Dr.Ir Joni KUsnadi MSi. selaku dosen pembimbing skripsi
3. Bapak Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc. dan Ibu Dr. Teti Estiasih., STP.MP. selaku dosen penguji skripsi
4. Ibu Ella Saparianti, STP. MP. Selaku dosen pembimbing akademik
5. Seluruh staf dan karyawan jurusan Teknologi Hasil Pertanian
6. Seluruh teman-teman THP, khususnya angkatan 2003, dan
7. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa semua yang tertuang dalam laporan skripsi ini masih banyak mengandung kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik membangun senantiasa kami nantikan untuk membantu perbaikan dari penulisan laporan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Hipotesa.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ubi Jalar Ungu Jepang.....	4
2.2 Antosianin.....	6
2.2.1 Struktur Antosianin.....	6
2.2.2 Stabilitas Antosianin.....	8
2.3 Pengukusan.....	9
2.3.1 Pengaruh Pengukusan terhadap Antosianin.....	9
2.4 Minuman Fermentasi Asam Laktat.....	11
2.5 Bakteri Asam Laktat.....	12
2.5.1 Fermentasi Bakteri Asam Laktat.....	13
2.5.2 <i>Lactobacillus plantarum</i>	15
2.5.3 Isolat Probiotik Indigenus <i>Lactobacillus plantarum</i> B2.....	16
2.6 Probiotik.....	17
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Alat.....	19
3.2.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2.2 Alat Penelitian.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Peremajaan Isolat Pada Agar Miring dan Pembuatan Stok Isolat Agar Miring.....	20
3.4.2 Pembuatan Kultur Starter Cair.....	21
3.4.3 Preparasi Ubi Jalar.....	21
3.4.4 Pembuatan Media Fermentasi.....	21
3.5 Pengujian dan Analisa Data.....	22
3.5.1 Pengujian.....	22
3.5.2 Analisa Data.....	22
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Analisa Bahan Baku.....	25

4.2 Analisa Media Sebelum Fermentasi.....	28
4.3 Analisa Media pada Masing-masing Perlakuan.....	30
4.3.1 Total Bakteri Asam Laktat.....	30
4.3.2 Total Antosianin.....	31
4.3.3 Total Gula.....	35
4.3.4 Total Asam Tertirosi.....	36
4.3.5 Ph.....	37
4.3.6 Total Padatan Terlarut (TPT).....	38
4.3.7 Warna.....	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	54



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Komposisi Kimia <i>Ipomoea batatas</i> L.....	5
2.	pH dan Warna Antosianin.....	9
3.	Bakteri Asam Laktat yang Berperan dalam Produk Fermentasi Tanaman.....	13
4.	Hasil Analisa Ubi Jalar Ungu.....	25
5.	Hasil Analisa Media Ubi Jalar Sebelum Fermentasi.....	28
6.	Rerata Total Antosianin.....	32
7.	Rerata Total Gula.....	35
8.	Rerata Total Asam Tertiarsi.....	36
9.	Rerata pH Media pada Tiap Fermentasi.....	37
10.	Rerata Total Padatan Terlarut.....	39
11.	Rerata Nilai Warna a*(Tingkat Kemerahan) akibat Lama Pengukusan.....	41
12.	Rerata Nilai Warna a*(Tingkat Kemerahan) akibat Lama Fermentasi.....	42
13.	Rerata Nilai Warna b*.....	42



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Ubi Jalar Ungu Jepang (<i>Ipomoea batatas</i> L. Var. <i>Ayamurasaki</i>).....	5
2.	Struktur Dasar Antosianin.....	6
3.	Struktur Kimia Peonidin dan Sianidin	7
4.	Jalur Embden-Meyerhof.....	15
5.	<i>Lactobacillus plantarum</i> B2.....	17
6.	Diagram Alir Pembuatan Starter Cair Siap Pakai.....	23
7.	Diagram Alir Penelitian.....	24
8.	Total Bakteri Asam Laktat selama Fermentasi.....	31
9.	Penurunan pH Media selama Fermentasi.....	38
10.	Perubahan Tingka Kecerahan (L) selama Fermentasi.....	40



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Prosedur Analisa.....	54
2.	Total Bakteri Asam Laktat.....	61
3.	Kadar Total Antosianin.....	62
4.	Kadar Total Gula.....	63
5.	Kadar Total Asam Tertiari.....	64
6.	pH.....	65
7.	Total Padatan Terlarut.....	66
8.	Warna.....	67
9.	Data Konversi Antosianin.....	68
10	Dokumentasi Penelitian.....	69



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan semakin meningkat. Karena itu produk-produk yang memiliki nilai fungsional terus berkembang dan mengalami berbagai inovasi. Minuman probiotik yang dahulu hanya dikenal berbasis susu saja, kini telah lebih dikembangkan sehingga muncul produk “non dairy probiotik” seperti yosa, adavena, dan oatly, yang berbasis pada serealia.

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*) merupakan salah satu jenis ubi jalar yang kaya akan antosianin. Antosianin pada ubi jalar ungu memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan yang aktivitasnya lebih besar dari “blueberry” (Kumalaningsih, 2007). Selain itu menurut Bassa dan Francis (1987), antosianin pada ubi jalar ungu lebih stabil dari pada sumber antosianin lainnya dalam model minuman. Antosianin merupakan antioksidan yang sangat kuat dan diketahui dapat meningkatkan pencegahan terhadap berkembangnya penyakit kardiovaskuler dan kanker (Paliyath dan Murr, 2006)

Antosianin menjadi tidak stabil dan kehilangan sifat fungsionalnya apabila terpengaruh oleh beberapa faktor berikut, yaitu oksigen, pH, suhu, cahaya, ion logam (timah, besi, aluminium, dan magnesium), enzim, dan asam askorbat (Iversan, 1999). Karena itulah faktor pengolahan sangat penting untuk tetap mempertahankan sifat fungsional antosianin ubi jalar ungu.

Pengolahan ubi jalar yang selama ini dilakukan biasanya memakai panas tinggi, yang dapat merusak stabilitas antosianin. Pengolahan dengan cara



fermentasi asam laktat dapat menjadi salah satu pilihan yang tepat untuk mempertahankan antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu. Pengolahan dengan cara fermentasi dilakukan dengan panas yang minimal dan menghasilkan asam yang dapat menurunkan pH, sehingga diharapkan antosianin lebih stabil.

Penelitian tentang minuman probiotik berbahan dasar ubi jalar ungu sudah pernah dilakukan oleh Risnawati (2004), tetapi pada penelitian tersebut hanya digunakan sari ubi jalar ungu saja, padahal pada umbi ubi jalar ungu banyak terdapat zat-zat fungsional yang sayang bila tidak dimanfaatkan. Panda *et al.* (2007), telah mengembangkan minuman fermentasi "lactojuice" dari ubi jalar ungu dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* (MTCC 1,407) sebagai "starter culture" dengan lama fermentasi selama 48 jam.

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri yang banyak terdapat secara spontan pada makanan fermentasi asam laktat berbasis nabati (Molin, 2003). Pada 2006, Zubaidah dan Farida telah mengisolasi bakteri probiotik indigenus asal bekicot padi yang telah diidentifikasi sebagai *Lactobacillus plantarum* B2. Karena sifatnya yang cocok untuk berkembang pada produk fermentasi berbasis nabati, maka pembuatan minuman probiotik ubi jalar ungu dapat dilakukan dengan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* B2.

Pada ubi jalar ungu segar, masih terdapat enzim-enzim, seperti antosianase dan polifenol oksidase, yang aktivitasnya dapat menurunkan kadar antosianin di dalamnya (Arthey dan Ahurst, 2001). Perlakuan pengukusan sebelum pengolahan lebih lanjut dapat menginaktifkan enzim-enzim tersebut, sehingga kualitas kandidat minutan probiotik ubi jalar yang tinggi antosianin diharapkan bisa diperoleh.



1.2 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh pengukusan ubi jalar ungu dan lama fermentasi media terhadap total bakteri asam laktat dan total antosianin pada media fermentasi.
2. Mengetahui perubahan sifat kimia dan warna media fermentasi, akibat lama pengukusan ubi jalar dan lama fermentasi media.

1.3 Manfaat

1. Memberikan informasi tentang pengaruh pengukusan ubi jalar ungu dan lama fermentasi media terhadap total bakteri asam laktat dan total antosianin pada media fermentasi.
2. Memberikan informasi tentang perubahan sifat kimia dan warna media fermentasi, akibat lama pengukusan ubi jalar dan lama fermentasi media.

1.4 Hipotesa

Diduga terdapat perbedaan kadar antosianin yang disebabkan kombinasi perlakuan pengukusan sebelum fermentasi dan lama fermentasi.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Jalar Ungu Jepang

Ubi jalar atau ketela rambat atau “sweet potato” diduga berasal dari benua Amerika. Para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia, dan Amerika bagian tengah. Ubi jalar diperkirakan menyebar ke seluruh dunia, terutama negara-negara beriklim tropika, pada abad ke-16. Orang-orang Spanyol dianggap berjasa menyebarkan ubi jalar ke kawasan Asia terutama Filipina, Jepang dan Indonesia (Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, 2002).

Sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar diklasifikasikan sebagai berikut (Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, 2002):

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Convolvulales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea batatas</i>

Ubi ungu jepang (*Ipomoea batatas* L. var. *Ayamurasaki*) merupakan tanaman jenis umbi-umbian yang berasal dari negara Jepang. Biasa disebut *Ipomoea batatas blakie* karena memiliki kulit dan daging umbi yang berwarna ungu kehitaman (ungu pekat). Kenampakannya bagus dengan berat tiap buah rata-

rata 200-500 g. Kandungan nutrisinya lebih tinggi dibandingkan ubi jalar varietas lain, terutama kandungan lisin, Cu, Mg, K, Zn, dan rata-rata substansi antikanker yaitu selenium dan iodin 20 kali lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lain (Yashimoto, *et al.*, 1999).



Gambar 1. Ubi Jalar Ungu Jepang (*Ipomoea batatas* L. Var. *Ayamurasaki*)

Sumber: Andayani, 2007

Menurut Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2002), konsumsi pangan sumber kalori yang berasal dari beras sebenarnya sudah melebihi norma yang dianjurkan. Untuk mencapai pola konsumsi kalori yang ideal dapat ditempuh usaha penganekaragaman menu pangan dengan pengurangan kalori asal beras, diikuti oleh peningkatan kalori asal bahan pangan lain seperti ubi jalar.

Komposisi Ubi jalar secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia *Ipomoea batatas* L.

Komponen	Kadar	Komponen	Kadar
Air (%)	50-81	Abu (%)	0,9-1,4
Protein (%)	1-2,4	Karotenoid (%)	4
Lemak (%)	1,8-6,4	Tiamin (%)	0,1
Pati (%) ^a	20,4-31,8	As. askorbat (g/100g)	25
Karbohidrat non pati(%)	0,5-7,5	Riboflavin (%)	0,06
Gula pereduksi (%)	0,5-7,5	Antosianin (mg/100g) ^b	110,51

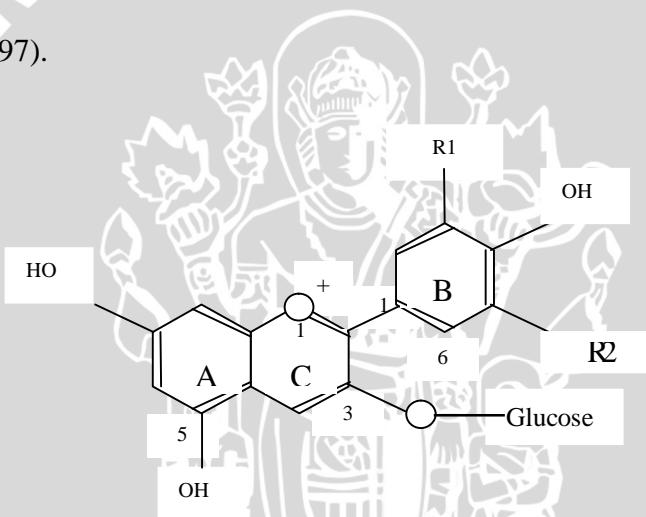
Sumber:

Nakashima (1999), a: Noda (2005), b: Suprapta (2003) dalam Arixs (2006)

2.2 Antosianin

2.2.1 Struktur Antosianin

Antosianin berasal dari bahasa Yunani, *anthos* yang berarti bunga dan *cyanos* yang berarti biru serta merupakan satu dari enam golongan flavonoid yang tersebar luas pada tanaman. Antosianin merupakan glukosida dari polyhidroxyl yang larut dalam air serta merupakan derivat polimetoksil dari 2-phenylbenzopyrylium atau garam flavilium (Galvano, 2005). Antosianin tersebar luas pada bunga, buah (seperti pada golongan *berry*) dan sayuran serta bertanggung jawab memberikan warna terang seperti jingga, merah dan biru (Wang *et al.*, 1997).

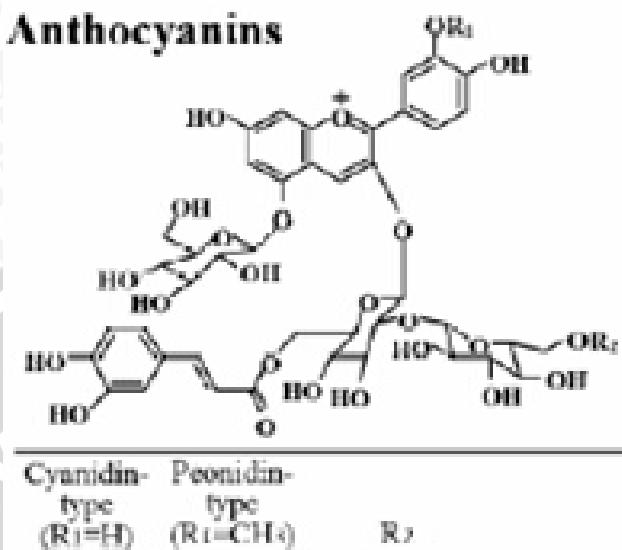


Gambar 2. Struktur Dasar Antosianin

Sumber: Watzl *et al.*, 2002

Antosianin dari berbagai sumber pewarna seperti jagung dan kubis merah berpotensi untuk dijadikan sumber pewarna makanan, tetapi jenis ini masih memiliki kelemahan yaitu warnanya tidak stabil, tetapi antosianin yang terkandung di dalam ubi jalar lebih stabil dan golongan asil juga memberikan stabilitas pigmen. Antosianin terbanyak yang terdapat di dalam ubi jalar ungu adalah berasal dari glukosida dalam *cyanidin* dan *peonidin* yang mengantikan posisi karbon di dalam nukleus pada lokasi 3'- dan 5'. Golongan asil dari

pigmen-pigmen tersebut adalah asam kafeat, asam ferulat dan asam p-hydroksxybenzoid (Atzill, 1999 dalam Wardhani, 2008).



Gambar 3. Struktur Kimia Peonidin dan Sianidin

Sumber : Suda *et al.* (2003)

Kandungan antosianin pada ubijalar ungu, khususnya varietas Ayamurasaki dilaporkan sebesar 0,6 mg equivalen dengan *peonidin 3-caffeoylsophorosida-5-glukosida*, atau *Pn-3-Caf sop-5-glc* tiap gramnya. Antosianin tersebut tersusun atas mono atau diacyl dari aglikon *cyanidin* dan *peonidin*. Diantara 8 penyusun antosianin yang terbanyak di ubi jalar ungu adalah monoasil dari asam kafeat, dan lainnya diasil dari asam kafeat-asam kafeat, asam kafeat dan p-hydroksxybenzoid atau asam kafeat dan asam ferulat. Delapan penyusun antosianin yang terbanyak di ubi jalar ungu dicirikan paling sedikit oleh satu ikatan gugus kafeat yang bertanggung jawab untuk aktivitas antioksidan dari ubi jalar ungu (Suda *et al.*, 2003).

2.2.2 Stabilitas Antosianin

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin adalah oksigen, pH, suhu, cahaya, ion logam (timah, besi, aluminium, dan magnesium), enzim, dan asam askorbat (Iversan, 1999). Mazza dan Miniati (1993) menambahkan, faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas dan stabilitas pigmen antosianin di antaranya adalah struktur, dan konsentrasi pigmen, pH temperatur, intensitas cahaya, adanya pigmen lain pada saat bersamaan, ion logam, enzim, oksigen, asam askorbat, gula dan metabolitnya, sufur oksida dan lain-lain. Inti kation flavilium dari pigmen antosianin kekurangan elektron sehingga sangat reaktif. Reaksi-reaksi yang terjadi (adanya cahaya, ion logam, suhu, dan pH tinggi) umumnya mengakibatkan kerusakan warna (Francis, 1985).

Dalam medium cair, kemungkinan antosianin berada dalam empat bentuk struktur yang tergantung pada pH. Struktur tersebut adalah basa quinoidal (A), kation flavilium (AH^+), basa karbinol yang tidak berwarna (B), dan khalkone tidak berwarna (C) (Arthey and Ashurst, 2001). Kerusakan antosianin tergantung pada pH dan menjadi lebih tinggi dengan meningkatnya pH. Kerusakan warna pigmen antosianin disebabkan oleh berubahnya kation flavilium yang berwarna merah menjadi basa karbinol yang tidak berwarna dan akhirnya menjadi kalkon yang berwarna kecoklatan. Laju degradasi warna antosianin dipercepat dengan adanya asam askorbat, asam amino, fenol dan gula. Senyawa-senyawa tersebut dapat berkondensasi dengan antosianin melalui satu reaksi kompleks (Francis, 1985).

Eskin (1979) menyebutkan bahwa pigmen antosianin stabil pada pH 1-3. Pada pH 4-5, antosianin hampir tidak berwarna. Kehilangan warna ini hampir



bersifat “reversible” dan warna merah akan kembali ketika suasana asam (Anonymous, 2004). Perubahan pH mengakibatkan perubahan warna antosianin seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. pH dan Warna Antosianin

Warna	pH
Cherry red	1-2
Cerise	3
Plum	4
Royal purple	5
Blue purple	6
Blue	7
Blue green	8
Emerald green	9-10
Grass green	10-11
Lime green	12-13
Yellow	14

Sumber :Anonymous (1996).

Menurut Harborne (1996), antosianin tidak stabil dalam larutan netral atau basa dan bahkan dalam larutan asam warnanya dapat memudar perlahan-lahan akibat terkena cahaya, sehingga larutannya harus disimpan di tempat gelap serta sebaiknya didinginkan Stabilitas maksimum antosianin dicapai pada pH rendah, sebagai contoh stabilitas maksimum *cyanidin-3-glucoside* adalah pada pH 1,8 (Hulme, 1971).

2.3 Pengukusan

Mengukus merupakan cara mematangkan makanan dengan jalan mengalirkan uap air yang panas ke produk dengan menggunakan dandang atau kukusan (Idrus (1996) dalam Sulistyati, 2007). Sedangkan menurut Luh dan Liu (1980), pengukusan merupakan unit operasi yang bertujuan untuk mencapai



gelatinisasi pati yang sempurna sehingga meningkatkan karakteristik keawetan, kualitas makanan dan kekokohan atau kekuatan setelah pemasakan.

Mengukus adalah mematangkan bahan pangan menggunakan uap air mendidih dengan suhu $\pm 100^{\circ}$ C, bisa melalui hubungan langsung antara uap dengan makanan dalam wadah pengukus atau hubungan tidak langsung (uap hanya mencapai wadah pengukus di mana makanan tersimpan) (Anonymous, 2007).

Keuntungan dari teknik mengukus adalah zat makanan, aroma, dan citarasa tidak berubah; tidak ada tambahan lemak sehingga bahan makanan mempunyai jumlah kalori tetap; ringan dan mudah dicerna; zat-zat gizi yang terkandung dalam bahan makanan tidak larut dalam air perebus dan tekstur makanan tetap terjaga (Anonymous, 2007).

Fellows (1990) menyebutkan bahwa tekanan dan suhu ruang pengukusan menyebabkan pemekaran dan pengembangan struktur pangan membentuk struktur rongga yang baik. Hal ini menyebabkan cepatnya proses pengeringan dan cepatnya proses rehidrasi. Teknik ini pertama kali diterapkan secara komersial pada produk padi-padian.

2.3.1 Pengaruh Pengukusan terhadap Antosianin

Abyari (2006) dalam Sulistyati (2007) menyatakan bahwa suhu pemanasan dan lama waktu pemanasan menyebabkan perubahan antosianin dan kopigmentasi yang akan meningkatkan spektrum tampaknya dan meningkatkan puncak absorbansi maksimumnya. Sedangkan penelitian oleh Sulistyati (2007) terhadap Ayamurasaki, kadar antosianin akibat pengukusan meningkat menjadi

272,96 ppm dari 105,84 ppm (Ayamurasaki segar). Proses pengukusan (*blanching uap*) dapat menghambat kerja enzim fenolase (Wijaya, dkk, 2001). Dengan demikian zat fenol yang ada dalam umbi tidak sepenuhnya terdegradasi sehingga diduga kandungan fenol dalam ubi jalar kukus masih cukup tinggi. Kandungan fenol dalam ubi jalar kukus berikatan dengan kation flavium yang menyebabkan fenomena kopigmentasi. Menurut Teow (2005), sebagian besar ubi jalar kukus memiliki kadar total antosianin yang lebih besar daripada bahan segar. Perlakuan panas, menginaktivasi enzim fenol oksidase yang bisa mengkatalis degradasi antosianin dan mampu memecah dinding sel sehingga memudahkan ekstraksi antosianin dari sel.

2.4 Minuman Fermentasi Asam Laktat

Menurut Kaur *et al* (2002), minuman fermentasi yang diproduksi secara fermentasi terkontrol dengan strain bakteri asam laktat dan “yeast”, serta memiliki karakteristik probiotik merupakan produk baru dan banyak peminatnya. Kebanyakan produk minuman yang mengandung BAL probiotik berbasis susu dan turunannya. Produk fermentasi nabati seperti sayur dan buah merupakan alternatif bagi konsumen yang memiliki intoleransi atau alergi terhadap protein susu (Klewicka *et al.*, 2004).

Fermentasi asam laktat pada sayur dan buah dapat terjadi secara spontan oleh adanya bakteri asam laktat alami seperti *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan lain-lain (Nychas *et al.*, 2002). Menurut McFeeters (2004), penambahan kultur starter dapat meningkatkan konsistensi kualitas karakteristik produk.

Jus yang diproses dengan fermentasi asam laktat biasanya diproduksi dari kubis, wortel, seledri, dan tomat. Dengan alasan secara agrikultur, nutrisi, sensoris, pengawetan, dapat diusahakan untuk membuat minutan fermentasi asam laktat dari tanaman pangan lain, terutama ubi jalar (Panda dan Ray, 2007).

2.5 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) adalah bakteri yang memproduksi asam laktat, gram positif, tidak membentuk spora, sel berbentuk batang atau bulat, baik tunggal, berpasangan, atau berantai, kadang-kadang tetrad (Stamer, 1979). Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang mampu memfermentasi gula laktosa maupun glukosa menjadi asam laktat (Mitsuoka, 1989). Menurut Stamer (1979) Bakteri asam laktat memiliki sifat tidak atau sedikit motil, mikroaerofilik sampai anaerob, mesofilik dengan suhu 10-40°C, osmotoleran yang mempunyai Aw 0,93.

Bakteri asam laktat diklasifikasikan berdasarkan morfologi, cara fermentasi glukosa, suhu pertumbuhan, produksi asam laktat, viabilitas terhadap asam dan alkali yang berbeda-beda. Berdasarkan pembagian genus terbaru, bakteri asam laktat digolongkan menjadi 10 genus yaitu *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, dan *Vagococcus* (Axelson dalam Salminen *et al*, 1999).

Bakteri asam laktat merupakan bakteri paling penting dalam fermentasi makanan, karena peranannya pada fermentasi roti “sour dough”, bir sorgum, semua susu fermentasi, ketela pohon (untuk memproduksi “gari” dan “fufu”) dan



hampir semua “pickle (sayuran fermentasi) (Azam-Ali dan Battcock, 1998).

Berikut ini Bakteri asam laktat yang berperan dalam produk fermentasi tanaman:

Tabel 3. Bakteri Asam Laktat yang Berperan dalam Produk Fermentasi Tanaman

Homofermentatif	Fakultatif homofermentatif	Obligat heterofermentatif
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactobacillus bavaricus</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus buchneri</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillus coryniformis</i>	<i>Lactobacillus cellobiosus</i>
<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactobacillus confusus</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
<i>Lactobacillus leichmannii</i>	<i>Lactobacillus sake</i>	<i>Lactobacillus fermentatum</i>
<i>Lactobacillus salivarius</i>		<i>Lactobacillus sanfrancisco</i>
<i>Streptococcus bovis</i>		<i>Leuconostoc dextranicum</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Pediococcus acidilactici</i>		<i>Leuconostoc paramesenteroides</i>
<i>Pedicoccus damnosus</i>		
<i>Pediococcus pentocactus</i>		

Sumber: Beuchat (1995) dalam Azam-Ali dan Battcock (1998)

2.5.1 Fermentasi Bakteri Asam Laktat

Fermentasi adalah salah satu unit operasi yang penting dalam teknologi yoghurt, karena pembentukan karakteristik terjadi disini (Spreer, 1998). Efek pengawetan dari fermentasi antara lain: (1) menurunkan pH, biasanya dengan pembentukan asam laktat atau asetat. (2) membentuk zat antimikroba. (3) hasil metabolisme merupakan substrat yang siap digunakan, misalnya: gula sederhana (Singleton, 1988 dalam Anafia, 1997).

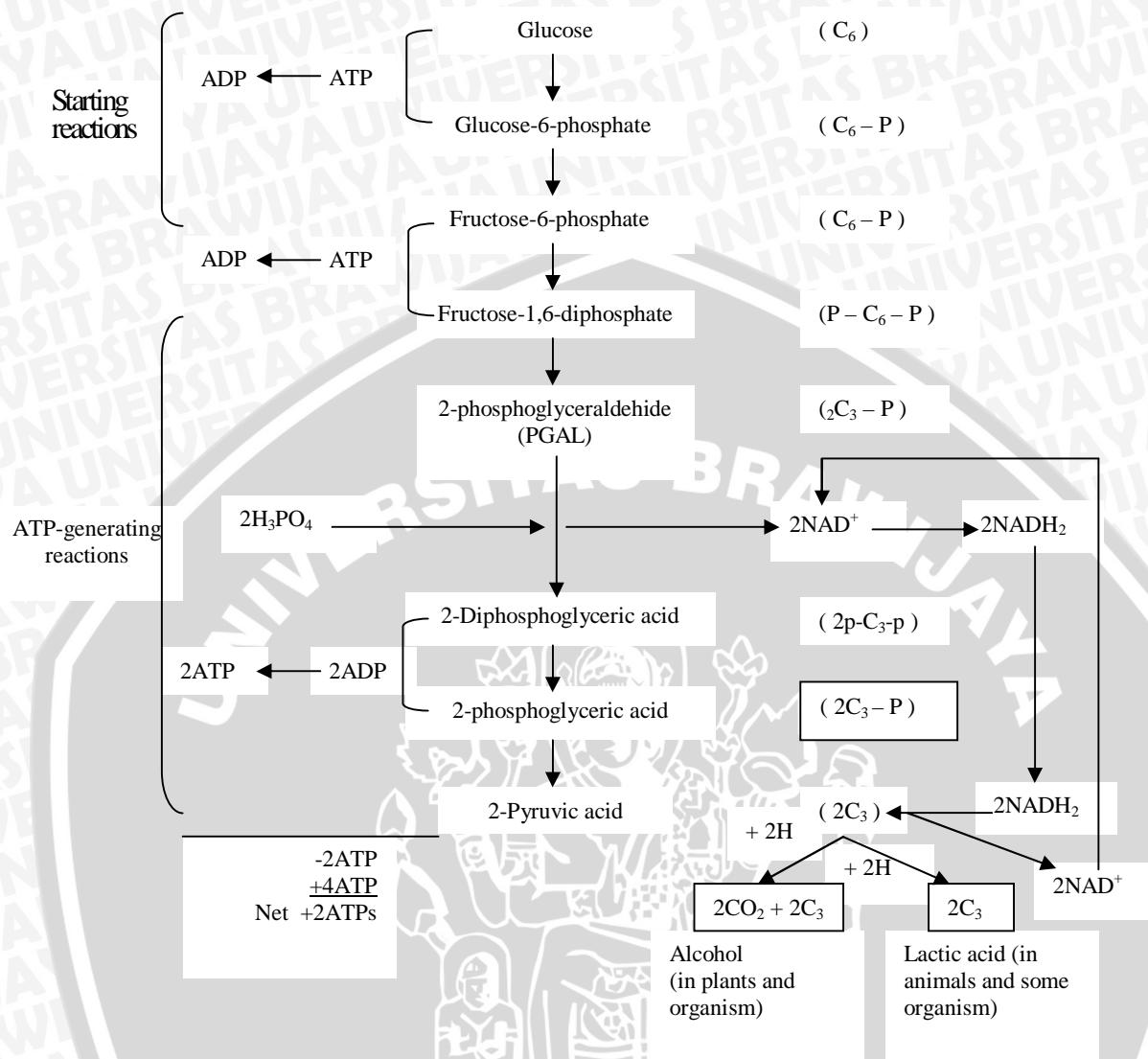


Selama fermentasi berlangsung akan terbentuk asam yang menyebabkan rasa dan aroma yang khas, serta komponen-komponen cita rasa lain seperti karbonil, asetaldehyde, aseton dan diasetil (Helferich dan Westhoff, 1980). Beberapa produk metabolisme dari bakteri asam laktat mempunyai efek antimikroba, meliputi asam organik, asam-asam lemak, hidrogen peroksida, dan diasetil (Holzapfel *et al.*, 1995 dalam Soomro dkk, 2002).

Fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat, terdapat 3 kondisi yang dapat mengoptimalkan kondisi fermentasi asam laktat yaitu penambahan sejumlah karbohidrat yang dapat difерментasi secara cukup, mengurangi oksigen selama proses fermentasi dan menyimpan makanan yang sudah difерментasi serta mempercepat multiplikasi kultur starter dan produksi asam laktat dengan jumlah yang memadai (Friedman, 1996).

Kultur bakteri asam laktat lebih banyak menggunakan glukosa daripada galaktosa sebagai sumber energi dalam proses metabolismenya. Selanjutnya, hasil hidrolisa laktosa diubah menjadi asam laktat melalui jalur *Embden Meyhof* oleh bakteri homofermentatif, sedangkan bakteri heterofermentatif mengubahnya melalui jalur heksamonofosfat (Gilliland, 1986).

Berikut ini adalah jalur glikolisis yang menghasilkan asam laktat:



Gambar 4. Jalur Embden-Meyerhof
Sumber: Cappuccino dan Sherman (1983)

2.5.2 *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum hampir selalu muncul secara spontan dalam jumlah besar pada hampir semua makanan yang difermentasi asam laktat, terutama pada makanan berbasis nabati, seperti “brined olive”, “Sauerkraut”, “salted gherkins”, “sourdough”, “Nigerian ogi”, “Ethiopian kocho”, “Ethiopian sourdough” yang terbuat dari tef (*Eragrostis tef*) dan ubi kayu. Oleh karena itu,



seseorang yang mengonsumsi produk fermentasi asam laktat dari nabati maka secara otomatis mengonsumsi *Lb. Plantarum* dalam jumlah besar (Molin, 2003).

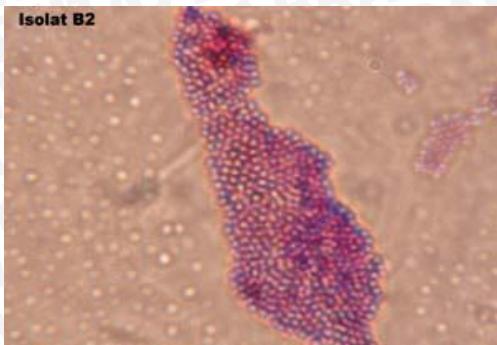
Menurut Orla-Jensen (1919) dalam Anonymous (2008), *Lactobacillus plantarum* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Division	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Species	: <i>Lactobacillus plantarum</i>

2.5.3 Isolat Probiotik Indigenus *Lactobacillus plantarum* B2

Isolat BAL B2 adalah bakteri gram positif berbentuk basil dengan ukuran sel 1 μ m. Koloninya berwarna kuning, bundar, transparan serta tumbuh di bagian dalam media agar. Dalam proses fermentasinya tidak menghasilkan CO₂ dari glukosa sehingga tergolong sebagai BAL homofermentatif. Isolat B2 dapat tumbuh pada suhu 15-37°C, namun kurang dapat tumbuh pada suhu 45°C. Pada kondisi pertumbuhan dengan penambahan NaCl 6,5%, sel ini tidak bertahan. Isolat B2 bersifat negatif pada uji pengecatan endospora dan uji katalase (Valentine, 2006)





Gambar 5. *Lactobacillus plantarum* B2 (Zubaidah dan Farida, 2006)

Hasil identifikasi BAL Menggunakan perangkat API 50 CHL menunjukkan bahwa isolat BAL B2 termasuk *Lactobacillus plantarum* (Zubaidah dan Farida, 2006). Diketahui juga bahwa isolat ini berpotensi sebagai probiotik dengan kemampuannya bertahan pada pH rendah, garam bile, serta kemampuan menghambat bakteri patogen (Kusumawati, 2006).

2.6 Probiotik

Probiotik merupakan istilah yang pertama kali dicetuskan oleh Lily dan Stiwel pada 1965 untuk menyatakan efek stimulasi pertumbuhan dari suatu mikroorganisme terhadap organisme lain, kemudian definisi ini berkembang sebagai suplementasi pakan yang berisi mikroorganisme hidup yang digunakan untuk memperbaiki keseimbangan mikroflora yang hidup jalur intestinal (Gibson dan Fuller, 1999).

Menurut Gibson dan Fuller (1999), konsep awal probiotik didasarkan pada Elie Metchnikoff bahwa mungkin terdapat efek menguntungkan dari konsumsi susu asam karena terjadi efek antagonis dengan bakteri patogen dalam usus atau pencernaan.

Definisi probiotik menurut Mateuzzi *et al.*, (2003) yaitu mikroorganisme hidup yang bersifat menguntungkan bagi kesehatan saluran pencernaan. Menurut Salminen *et al* (1999) probiotik merupakan sel atau komponen mikroba intestinal (pencernaan) serta memiliki viabilitas tinggi dalam saluran pencernaan. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang sangat penting untuk kesehatan dan memiliki hubungan sinbiotik dengan manusia. Bakteri dalam usus akan membantu menghasilkan vitamin (B₁₂ dan K), serta mencegah pertumbuhan mikroba patogen (Hobbs, 1996). Menurut Anukam dan Reid (2007), biasanya probiotik ada bersama yoghurt dan susu fermentasi, tetapi saat ini jenis makanan non susu dapat pula dijadikan produk probiotik, bahkan telah dijual dalam bentuk kapsul, tablet dan bubuk.



III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya mulai bulan Februari sampai September 2009..

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan bahan ubi jalar ungu jepang (*Ipomoea batatas* L. var. *Ayamurasaki*) yang diperoleh dari sentra komoditas ubi jalar Jalan Raya Karanglo Kabupaten Malang. Isolat bakteri menggunakan *Lactobacillus plantarum* B2 yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Bahan media dalam penelitian ini menggunakan MRSA merk Oxoid, MRSB merk Oxoid, pepton merk Oxoid, diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Aquades dan DAHP (diamonium hidroksi fosfat) diperoleh dari Toko Panadia Malang.

Bahan-bahan kimia dalam penelitian ini menggunakan NaOH, HCl pekat, Metanol, H_2SO_4 pekat, KCl, Na-asetat, $CaCO_3$, Pb-asetat, Na-oksalat, Alkohol 80%, Alkohol 70%, Buffer pH 4 dan pH 7, indikator fenolftalin, didapatkan dari Toko Panadia Malang. Reagen Anthrone dan Glukosa didapatkan dari Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.



3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat dalam penelitian ini menggunakan neraca analitik Mettler Toledo AL204, autoklaf Hirayama HL 36 AE, "laminar air flow", "vortex-mixer" VM-2000, pipet mikro Finnpipette 4027, oven Binder 14D\78532, desikator, inkubator Binder 14D-78532, pH tester Hanna Instruments HI 96107, spektrofotometer Jenway 6305, Refraktometer, Color reader, shaker, sentrifuse Hettich EBA 8, "water bath" Memmert, blender Miyako, kompor listrik, kompor gas, dandang, serta "glass ware".

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi dengan perlakuan utama (PU) lama fermentasi media dan anak perlakuan (AP) lama pengukusan ubi jalar.

Perlakuan Utama (PU) : Lama Fermentasi

F1 = Fermentasi 24 jam

F2 = Fermentasi 48 jam

Anak Perlakuan (AP) : Lama Pengukusan

L1 = Pengukusan 0 menit

L2 = Pengukusan 10 menit

L3 = Pengukusan 20 menit

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Peremajaan Isolat Pada Agar Miring dan Pembuatan Stok Isolat Indigenus Agar Miring

1. Media MRSA steril disiapkan



2. 6 ml MRSA steril dituangkan ke dalam 4 tabung reaksi
3. Tabung reaksi diletakkan dalam posisi miring sampai media MRSA memadat.
4. Biakan isolat digoreskan pada agar miring pada masing-masing tabung
5. Isolat diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C untuk mendapatkan stok kultur agar miring.

3.4.2 Pembuatan Kultur Starter Cair

1. Isolat BAL dalam agar miring diambil satu ose
2. Jarum ose yang mengandung isolat BAL dicelupkan kedalam 10 mL MRSB steril, kemudian divortex
3. Diinkubasi pada suhu 37°C sampai tercapai fase awal stasioner (*L. plantarum* B2 14 jam).
4. Kultur starter dapat digunakan

3.4.3 Preparasi Ubi Jalar

1. Ubi jalar disortasi menurut ukuran dan beratnya
2. Ubi jalar dicuci dengan air mengalir hingga bersih
3. Ubi jalar dikukus selama 0, 10, dan 20 menit, dan didinginkan pada suhu ruang.
4. Ubi jalar dikupas dan dipotong-potong ± 1 cm.

3.4.4 Pembuatan Media Fermentasi

1. Ubi jalar dari tiap pengukusan ditimbang sebanyak 20 gram.

2. Ubi jalar dihancurkan dengan blender bersama aquades steril selama 5 menit.
3. Setelah halus dilakukan pengenceran sampai 100 ml dan ditambahkan diamonium didroksi fosfat (DAHP) sebanyak 0,4% (b/v)
4. Dipasteurisasi dengan suhu 65°C selama 30 menit.
5. Setelah pasteurisasi, dilakukan pendinginan pada suhu ruang sampai suhu media 37 °C.
6. Selanjutnya kultur starter cair *L. plantarum* B2 diinokulasikan dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 dan 48 jam.

3.5 Pengujian Dan Analisa Data

3.5.1 Pengujian

a. Bahan baku (Ubi jalar ungu segar dan kukus)

Analisa bahan baku menggunakan analisa kadar air, total gula, kadar antosianin, dan warna.

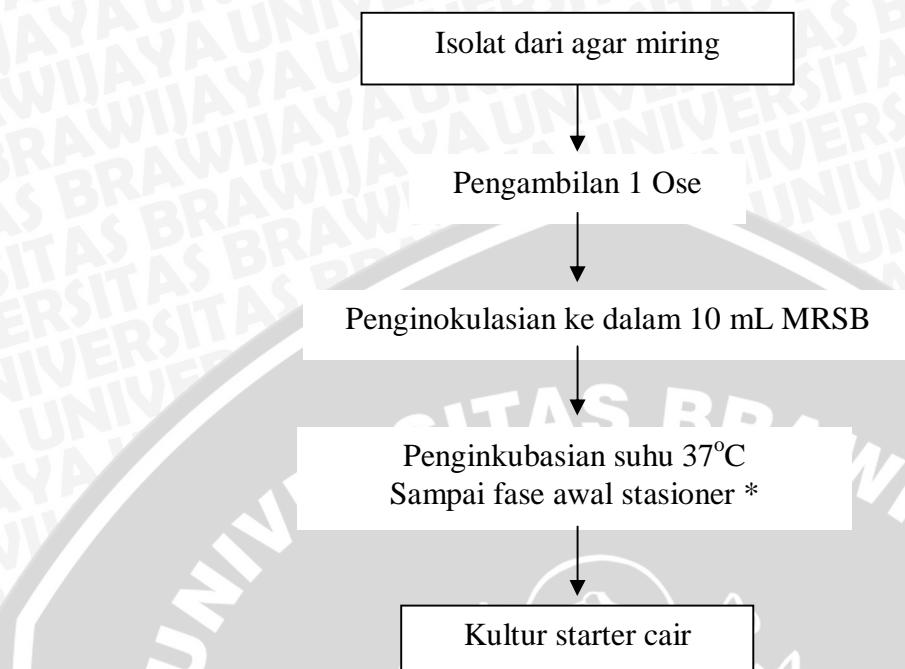
b. Media Fermentasi

Analisa media fermentasi menggunakan analisa pH, total asam, total antosianin, total BAL, total gula, total antosianin dan warna pada sebelum dan sesudah fermentasi.

3.5.2 Analisa Data

Analisa data menggunakan analisa varian (ANOVA) dengan selang kepercayaan 1% dan 5% dan untuk uji beda menggunakan uji beda BNT dengan selang kepercayaan 1% atau 5%.

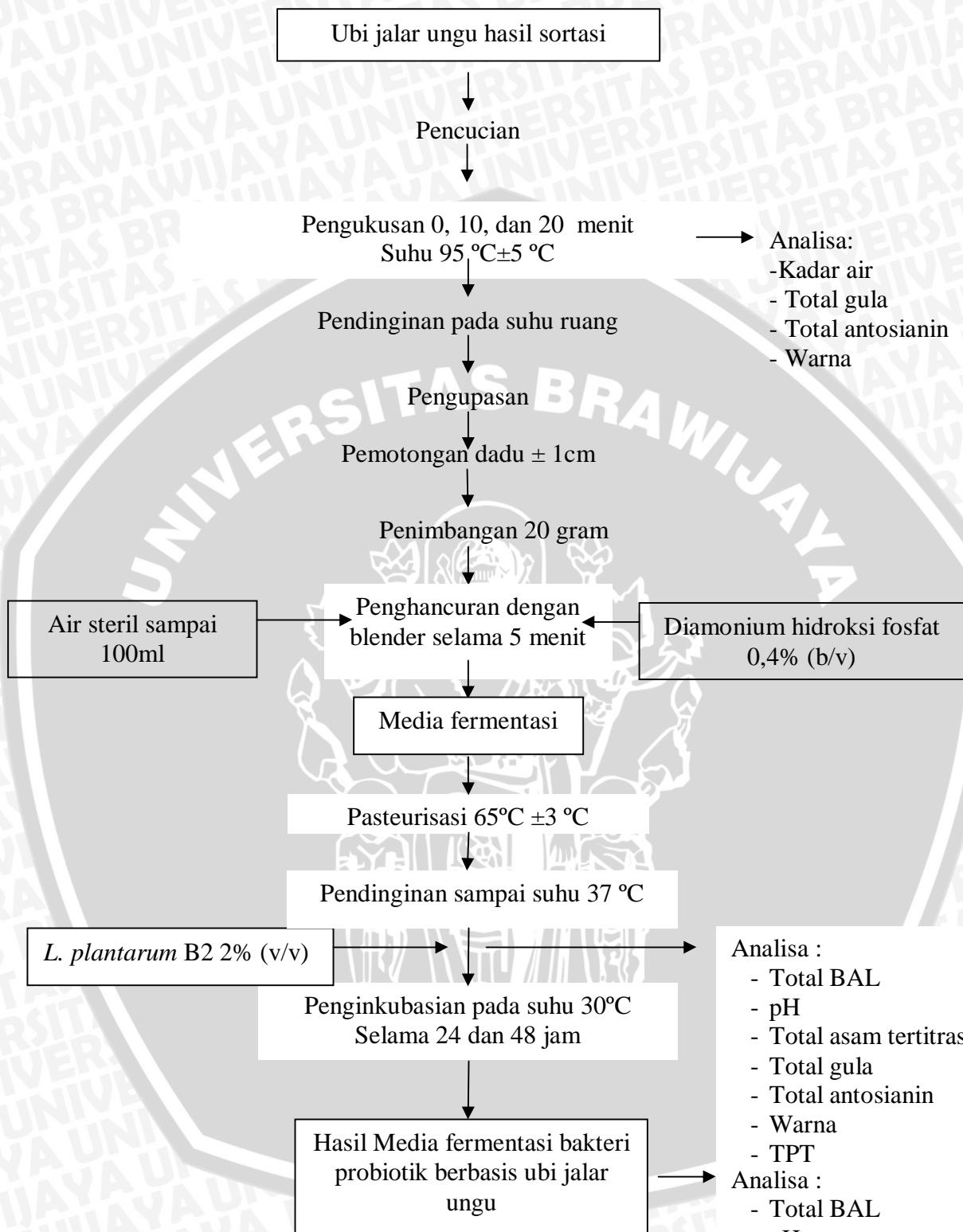
3.6 Diagram Alir Penelitian



Keterangan : *Fase awal stasioner *L. plantarum* B2 =14 jam

Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Starter Cair Siap Pakai





Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Bahan Baku

Analisa bahan baku ubi jalar ungu segar dan yang telah mengalami proses pengukusan meliputi analisa kadar air, total gula, total antosianin dan warna. Hasil analisa tersebut disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisa Ubi Jalar Ungu (dalam basis basah)

Jenis Analisa	Rerata			
	Tanpa Pengukusan	Literatur	Pengukusan 10 menit	Pengukusan 20 menit
Kadar Air (%)	70,90	50-81 ^(a)	69,60	69,10
Total Gula (%)	1,16	1,7 ^(b)	4,24	6,00
Total Antosianin (mg/100g)	265,20*	281,90 ^(c)	56,50*	210,91*
Warna				
- Kecerahan (L)	24,7	37,5 ^(c)	26,5	24,8
- Kemerahana (a*)	10,2	14,2 ^(c)	7,7	8,5
- Kekuningan (b*)	8,3	11,5 ^(c)	7,2	5,0

Keterangan:

(a) : Nakashima (1999), (b): Palmer (1982), (c) Wardhani (2008)

* : Data merupakan hasil konversi (Lampiran 9)

Dari data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa ubi jalar yang digunakan dalam penelitian ini memiliki perbedaan total gula, total antosianin, dan warna, dengan ubi jalar pada literatur. Perbedaan pada hasil analisa tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan lokasi tanam, kematangan tanaman pada waktu panen dan umur penyimpanan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Muchtadi dan Sugiono (1992) dalam Daniawan (2008), yang menyatakan bahwa perbedaan komposisi kimia ubi jalar dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti: varietas, keadaan iklim, lokasi tanam, cara pemeliharaan tanaman, cara pemanenan tanaman, kematangan tanaman pada waktu panen dan kondisi penyimpanan.

Kadar air ubi jalar yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 70,90%, masih dalam rentang kadar air ubi jalar yang diteliti oleh Nakashima (1999) yaitu sebesar 50%-81%. Menurut Antarlina (1997), klon ubi jalar yang tergolong memiliki kadar air tinggi apabila nilainya $> 73,52\%$, sedangkan yang tergolong memiliki kadar air rendah apabila nilainya $< 65,54\%$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ubi jalar varietas Ayamurasaki yang digunakan dalam penelitian ini termasuk ubi jalar dengan kadar air sedang.

Kadar air ubi jalar mengalami penurunan setelah proses pengukusan. Pada pengukusan 10 menit, kadar air menurun menjadi 69,60%, dan pada pengukusan 20 menit, kadar air menurun menjadi 69,10%. Penurunan kadar ini disebabkan oleh proses pemanasan yang mengakibatkan air dalam ubi jalar menguap. Penelitian yang dilakukan oleh Wardhani (2008) juga menunjukkan penurunan kadar air akibat pengukusan selama dua puluh menit, yaitu kadar air 67,77% pada umbi segar menjadi 65,11% setelah pengukusan.

Total gula ubi jalar meningkat selama proses pengukusan. Hal tersebut diduga disebabkan oleh aktivitas enzim amilase yang aktif mendegradasi pati menjadi gula-gula sederhana seiring dengan peningkatan suhu ubi jalar selama pengukusan. Menurut Gore (1923), ubi jalar banyak mengandung enzim diastase, itulah sebabnya pada pemasakan lambat ubi jalar varietas Porto Rico, hampir semua pati berubah menjadi dekstrin dan maltosa. Hal yang sama juga terjadi pada proses pengalengan ubi jalar.

Pati ubi jalar yang dipanggang atau diproses terkonversi menjadi maltosa dan dekstrin (Palmer, 1982). Pada penelitian tentang pemasakan ubi jalar menunjukkan bahwa maltosa, gula yang terbentuk dari sakarifikasi pati oleh



enzim diastase, terbentuk dalam jumlah besar selama pemasakan. Menurut Lewthwaite *et al.*, (1997) kandungan total gula yang ada pada tiap kultivar ubi berbeda-beda tergantung pada hasil persilangan ubi, umur panen, penyimpanan pasca panen, dan proses pemasakan yang dapat mengkonversikan pati menjadi gula-gula sederhana.

Total antosianin ubi jalar mengalami penurunan setelah proses pengukusan. Hal ini disebabkan antosianin mudah rusak karena perlakuan panas. Menurut Mercadante dan Bobbio (2008), stabilitas antosianin dan semua pigmen pada makanan berkurang dengan bertambahnya suhu. Sianidin 3-glukosida dan sianidin 3-rutinosida terdegradasi pada suhu 100°C. Laleh *et al.* (2006) berpendapat bahwa kecepatan kerusakan antosianin pada temperatur yang lebih tinggi disebabkan oleh hidrolisis struktur 3-glikosida, yang memiliki efek proteksi terhadap antosianin yang tidak stabil.

Total antosianin setelah pengukusan ubi jalar selama 10 menit sebesar 56,50 mg/100g bahan, lebih kecil dari pada total antosianin setelah pengukusan selama 20 menit, yaitu sebesar 210,91 mg/100g bahan. Hal ini terjadi diduga akibat aktivitas enzim polifenoloksidase pada ubi jalar belum terinaktivasi seluruhnya setelah pengukusan selama 10 menit, sehingga saat dilakukan pendinginan, enzim tersebut mendegradasi antosianin menjadi senyawa yang tidak berwarna. Menurut Steed dan Truong (2008), kecilnya kandungan antosianin disebabkan oleh enzim polifenol oksidase yang beraktivitas tinggi. Setelah pengukusan selama 20 menit, enzim sudah terinaktivasi, sehingga penurunan antosianin akibat aktivitas enzim pada proses pengolahan selanjutnya dapat dikurangi. Menurut Eskin (1990), buah dan sayuran mengandung enzim yang

menyebabkan kehilangan warna antosianin, meskipun dapat diinaktivasi dengan “blanching”. Beberapa enzim yang mempengaruhi perubahan warna antosianin adalah polifenol oksidase, antosianase, dan peroksidase.

Analisa warna menunjukkan peningkatan kecerahan (L) setelah pengukusan, sedangkan kemerahan (a*) dan kekuningan (b*) mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan oleh menurunnya antosianin pada ubi jalar yang menyebabkan ubi jalar kehilangan warna. Laleh *et al.* (2006) berpendapat bahwa hidrolisa cincin firilium akibat pemanasan menyebabkan produksi kalkon, yang bertanggung jawab pada pembentukan warna kecoklatan pada makanan yang mengandung antosianin.

4.2 Analisa Media Sebelum Fermentasi

Analisa yang dilakukan pada media ubi jalar adalah total bakteri asam laktat (BAL), pH, total asam tertitrasi, total gula, total antosianin, total padatan terlarut (TPT), dan warna. Hasil analisa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5. Hasil Analisa Media Ubi Jalar Sebelum Fermentasi

Jenis Analisa	Rerata		
	Tanpa pengukusan	Pengukusan 10 menit	Pengukusan 20 menit
Total BAL (CFU/ml)	$1,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$
pH	5,7	6,0	6,1
Total Asam Tertitrasi (%)	0,15	0,36	0,33
Total Gula (%)	0,18	0,72	0,92
Total Antosianin (mg/L)	6,36	2,39	7,35
Total padatan terlarut (^o Brix)	2,3	4,2	4,0
Warna			
▪ Kecerahan (L)	24,8	26,5	24,7
▪ Kemerahan (a*)	10,2	7,7	8,5
▪ Kekuningan (b*)	8,3	7,2	5,0

Dari hasil analisa di atas, dapat dilihat bahwa total bakteri asam laktat sama, karena bakteri asam laktat yang ditambahkan pada masing-masing medium berasal dari satu starter, yaitu starter *Lactobacillus plantarum* B2 umur 14 jam. Starter ditambahkan sebanyak 2% (v/v) ke dalam masing-masing media ubi jalar.

Analisa pH menunjukkan kenaikan pH media akibat perlakuan pengukusan ubi jalar. Hal tersebut dapat terjadi karena ubi jalar yang telah dikukus menjadi lebih lunak, sehingga senyawa-senyawa larut air pada ubi jalar lebih banyak terekstrak keluar selama proses penghancuran. Selain itu beberapa komposisi kimia seperti pati, pektin tak larut, dan yang lain terdegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana yang larut air, sehingga dapat mempengaruhi pH media ubi jalar.

Analisa total asam tertitrasi menunjukkan total asam tertitrasi pada media ubi jalar yang diberi perlakuan pengukusan lebih tinggi dari yang tidak dikukus. Total asam tertitrasi ini tidak berbanding lurus dengan penurunan pH. pH media ubi jalar yang dikukus lebih tinggi, hal ini menunjukkan asam-asam pada media tersebut tidak menurunkan pH karena tidak banyak menyumbangkan ion H^+ bebas yang menjadi parameter pengukuran pH.

Analisa total gula menunjukkan bahwa total gula media ubi jalar yang tidak dikukus sangat rendah. Hal ini disebabkan total gula ubi jalar segar yang digunakan memiliki total gula yang rendah. Pada media yang berasal dari ubi jalar kukus memiliki kadar total gula yang lebih tinggi karena pada proses pengukusan sebelumnya menyebabkan pati ubi jalar terdegradasi menjadi gula-gula sederhana.

Total antosianin pada media menurun jika dibandingkan total antosianin bahan baku. Hal ini disebabkan oleh beberapa proses pengolahan ubi jalar



menjadi media fermentasi seperti penghancuran dan pasteurisasi yang menyebabkan kerusakan atau ketidak stabilan antosianin. Kerusakan antosianin juga mengakibatkan warna media menjadi lebih cerah, karena bahan yang mengandung antosianin tinggi akan berwarna gelap.

Total padatan terlarut berbanding lurus dengan total gula dan total asam tertitrasi, karena total padatan terlarut menunjukkan jumlah padatan yang terlarut dalam media. Media yang berasal dari ubi jalar kukus memiliki total padatan terlarut yang tinggi karena tingginya kadar total gula ubi jalar kukus akibat hidrolisa pati oleh enzim amilase selama pengukusan.

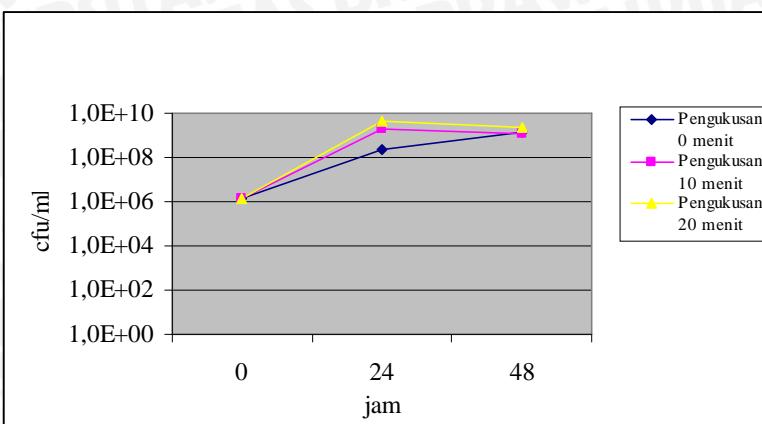
4.3 Analisa Media pada Masing-masing Perlakuan

Analisa yang dilakukan pada media ubi jalar setelah fermentasi adalah total bakteri asam laktat (BAL), total antosianin, pH, total asam tertitrasi, total gula, total padatan terlarut (TPT), dan warna.

4.3.1 Total Bakteri Asam Laktat

Rerata jumlah total bakteri asam laktat pada berbagai perlakuan berkisar antara $2,2 \times 10^8$ cfu/ml- $4,3 \times 10^9$ cfu/ml, ini berarti media fermentasi ini dapat dikembangkan menjadi produk probiotik, karena menurut Shah (2001), karakteristik probiotik yang mempu memberikan efek kesehatan yaitu yang memiliki konsentrasi bakteri probiotik yang tinggi, minimal 10^6 CFU/g. Hasil analisa ragam menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan (Lampiran 2).





Gambar 8. Total Bakteri Asam Laktat selama Fermentasi

Bakteri *Lactobacillus plantarum* memasuki fase awal stasioner pada jam ke 24, karena itu tidak ada perbedaan nyata pada jumlah total bakteri asam laktat pada tiap perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Gitaria (2007), peningkatan sel *L. plantarum*, *L. fermentum* dan *S. cereviseae* terjadi dari jam ke 0 sampai jam ke 24, di mana pada jam ke 24 tersebut, sel memasuki tahap akhir fase logaritmik. Setelah jam ke 24 pertumbuhan memasuki fase stasioner.

4.3.2 Total Antosianin

Rerata total antosianin media fermentasi pada berbagai perlakuan berkisar antara 1,15 mg/L-16,49 mg/L. Dari analisa ragam (Lampiran 3) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($\alpha = 5\%$) akibat lama fermentasi dan terdapat perbedaan yang sangat nyata ($\alpha = 1\%$) akibat interaksi perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi. Data rerata total Antosianin pada media fermentasi disajikan pada Tabel 6.



Tabel 6. Rerata Total Antosianin

Perlakuan	Rerata Total Antosianin (mg/L)	
	Fermentasi 24 jam	Fermentasi 48 jam
Pengukusan 0 menit	1,15 a	1,15 a
Pengukusan 10 menit	3,55 b	2,56 b
Pengukusan 20 menit	14,59 c	16,49 c
BNT BNT ($\alpha=0,05$)		0,4215

Keterangan: notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNT ($\alpha=0,05$)

Pada perlakuan pengukusan 0 menit (tanpa pengukusan) menunjukkan adanya penurunan total antosianin setelah perlakuan fermentasi. Hal tersebut terjadi diduga akibat ketidakstabilan struktur antosianin selama fermentasi yang dilakukan pada suhu 30°C. Penelitian yang dilakukan oleh Laleh *et al* (2006) menunjukkan penurunan antosianin empat jenis berberry pada suhu 5 °C, 15 °C, 25 °C, dan 35°C selama penyimpanan. Palamidis dan Markakis (1975) juga menyatakan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat kerusakan warna pigmen minuman ringan berantosianin. Menurut Laleh *et al* (2006), kecepatan kerusakan antosianin pada suhu yang lebih tinggi disebabkan oleh hidrolisis struktur 3-glukosida, yang memiliki efek perlindungan terhadap antosianin yang tidak stabil, kemungkinan lain yaitu hidrolisis cincin firilium menghasilkan kalkon yang menyebabkan warna kecoklatan pada makanan yang mengandung antosianin.

Selama fermentasi juga dimungkinkan terjadi reaksi-reaksi kimia yang mempengaruhi kestabilan antosianin, seperti terbentuknya gula reduksi hasil pemecahan pati yang dapat menurunkan stabilitas antosianin. Menurut Mercandante dan Bobbio (2008), pengaruh penambahan gula pada antosianin tergantung pada struktur antosianin, konsentrasi dan tipe gula. Gula reduksi dan non-reduksi memiliki efek destruktif pada stabilitas antosianin buah black

currant. Termostabilitas antosianin menurun akibat peningkatan konsentrasi gula dar 0%-20%, namun peningkatan konsentrasi gula yang lebih tinggi hingga 40% memiliki efek positif terhadap stabilitas pigmen antosianin (Mercandante dan Bobbio, 2008). Francis (1989) menyatakan, keberadaan gula (dan produk pemecahannya, furfural dan 5-hidroksimetil-furfural) dalam larutan antosianin menyebabkan degradasi. Ketika gula ditambahkan pada pelagonidin-3-glukosida, fruktosa menyebabkan degradasi pigmen lebih besar daripada glukosa, sukrosa, ataupun maltosa. Menurut Shinoda *et al* (2005), pada larutan asam, komponen paling memungkinkan yang didapatkan dari gula adalah furfural dan 5-hidroksimetilfurfural yang bertanggung jawab pada peningkatan degradasi antosianin larutan buffer blackberry pada pH 3,45 dengan suhu 24 °C.

Pada perlakuan pengukusan 10 menit dan 20 menit menunjukkan terjadinya kenaikan jumlah total antosianin, baik pada fermentasi 24 jam maupun pada fermentasi 48 jam. Bertambahnya total antosianin ini disebabkan oleh penurunan pH selama fermentasi. Antosianin lebih stabil pada pH rendah, dan reaksi hilangnya warna antosianin akibat peningkatan pH bersifat hampir reversibel, sehingga dengan menurunnya pH, total antosianin akan meningkat (Anonymous, 2004).

Peningkatan antosianin ini juga dapat disebabkan terjadinya fenomena kopigmentasi. Antosianin dalam media berkondensasi dengan senyawa fenol lain membentuk senyawa yang lebih kompleks yang lebih stabil terhadap suhu fermentasi. Penelitian yang dilakukan oleh Yang dan Gadi (2008) menunjukkan bahwa pengukusan selama setengah jam membentuk kopigmen antosianin yang



menghasilkan efek hiperkromik, yang menyebabkan peningkatan total antosianin pada saat pengamatan.

Pembentukan warna bahan pangan yang tinggi antosianin meliputi berbagai macam mekanisme untuk menstabilkan antosianin orisinalnya atau mentransformasikannya menjadi pigmen yang lebih stabil, sehingga terjadi perubahan warna (de Freitas dan Mateus, 2006). Langkah awal stabilisasi warna kemungkinan dihasilkan dari interaksi non-kovalen antar antosianin (self-association) dan antara antosianin dengan senyawa tak berwarna (kopigmentasi) (Mazza dan Brouillard 1987; Brouillard *et al.* 1989). Fenomena tersebut sering terjadi pada anggur merah (de Freitas dan Mateus, 2006). Interaksi kedua molekul ini kemungkinan memicu reaksi kimia diantara kedua molekul tersebut secara langsung, ataupun melibatkan komponen ketiga, dan seterusnya. Karena itu, interaksi non-kovalen ini ditetapkan sebagian besar peneliti sebagai langkah awal pada perubahan struktur antosianin (Liao *et al.* 1992; Brouillard dan Dangles 1994).

Total antosianin tertinggi didapatkan dari perlakuan pengukusan 20 menit dengan lama fermentasi 24 jam, yaitu sebesar 16,49 mg/L. Angka tersebut sangat rendah jika dibandingkan dengan produk minuman berantosianin komersial “Bolthouse Farms Purple Carrot” yang diklaim mengandung 700 mg antosianin tiap penyajian (1 liter), walaupun menurut Beckman (2008), antosianin yang terkandung dalam jus ini hanya 162 mg, tetapi kandungan antosianin dalam produk ini paling tinggi di antara produk sejenis.

Panda *et al* (2007) telah melakukan penelitian pembuatan “lactojuice” dari ubi jalar berantosianin tinggi. Total antosianin pada “lactojuice” setelah



fermentasi 48 jam adalah 97.1 ± 12.2 mg/100g pada “lactojuice” yang dibuat dari ubi jalar rebus, dan 160.0 ± 14.6 mg/100g pada “lactojuice” yang dibuat dari ubi jalar mentah. Total antosianin hasil penelitian Panda *et al* (2007) tersebut masih lebih tinggi dari pada total antosianin tertinggi media fermentasi pada penelitian ini, yaitu 16,49 mg/L atau 41,23mg/100g.

4.3.3 Total Gula

Total gula media ubi jalar pada berbagai perlakuan berkisar antara 0,03%-0,23%. Dari hasil analisa ragam dengan selang kepercayaan 1% (Lampiran 4), menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan dan interaksi perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi memiliki perbedaan nyata pada kadar total gula. Perlakuan lama fermentasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata baik pada selang kepercayaan 1% maupun 5%.

Hasil analisa total gula dari kombinasi perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Total Gula

Perlakuan	Rerata Total Gula (%)	
	Fermentasi 24 jam	Fermentasi 48 jam
Pengukusan 0 menit	0,07 a	0,08 b
Pengukusan 10 menit	0,11 b	0,23 c
Pengukusan 20 menit	0,18 c	0,03 a
BNT ($\alpha=0,01$)		0,0470

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang mempunyai notasi huruf yang berbeda berarti berbeda sangat nyata pada uji BNT ($\alpha = 0,01$)

Dari Tabel 7 di atas menunjukkan total gula pada semua media fermentasi ubi jalar mengalami penurunan setelah fermentasi. Hal ini terjadi akibat aktivitas bakteri *Lactobacillus plantarum* yang memfermentasi gula-gula sederhana dalam media sebagai sumber energi dan menghasilkan asam laktat.



Dari Tabel 7 di atas tampak bahwa pada media fermentasi yang terbuat dari ubi jalar yang tanpa pengukusan dan yang dikukus 10 menit, jumlah total gula fermentasi 24 jam lebih rendah dari pada fermentasi 48 jam. Hal ini terjadi diduga bakteri asam laktat sudah kekurangan nutrisi setelah fermentasi selama 24 jam, maka untuk mendapatkan sumber nutrisi, bakteri tersebut memfermentasi pati menjadi gula-gula sederhana dengan menghasilkan enzim α -amilase ekstraseluler.

Lactobacillus plantarum memiliki kemampuan yang mengagumkan dalam memfermentasi berbagai macam karbohidrat yang berbeda. Pemakaiannya pada fermentasi sereal, menunjukkan bahwa beberapa strain dapat memfermentasi pati (Molin, 2003). Giraud *et al.* (1991) telah meneliti bahwa *L. plantarum* (strain A6) yang diisolasi dari ketela pohon mampu mensintesa α -amilase ekstraseluler dalam jumlah yang banyak. Adanya enzim tersebut menyebabkan isolat ini mampu memecah pati.

4.3.4 Total Asam Tertitrasi

Total asam tertitrasi media fermentasi mengalami peningkatan setelah fermentasi 24 jam dan 48 jam. Total asam tertitrasi media dengan berbagai perlakuan berkisar antara 1,76%-3,30%. Hasil analisa total asam tertitrasi media disajikan dalam Tabel 8

Tabel 8. Rerata Total Asam Tertitrasi dan Peningkatannya

Perlakuan	Rerata Asam Tertitrasi (%)	
	Fermentasi 24 jam	Fermentasi 48 jam
Pengukusan 0 menit	1,76 a	2,26 a
Pengukusan 10 menit	2,23 b	3,30 b
Pengukusan 20 menit	2,53 c	3,25 b
BNT BNT ($\alpha=0,01$)		0,1342

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang mempunyai notasi huruf yang berbeda berarti berbeda sangat nyata pada uji BNT ($\alpha = 0,01$)



Analisa ragam total asam tertitrasi menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada interaksi perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi pada selang kepercayaan 1% (Lampiran 5). Pengukusan ubi jalar mempengaruhi kandungan nutrisi media fermentasi, yaitu terutama kadar total gula, sehingga aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi menghasilkan jumlah asam yang berbeda. Semakin banyak substrat gula sederhana yang terdapat dalam media fermentasi, maka semakin banyak pula asam organik yang dihasilkan. Menurut Molin (2003), *Lactobacillus plantarum* tidak hanya mampu memfermentasi heksosa dan pentosa (memproduksi satu mol laktat, asetat, dan CO₂ per mol pentosa), tetapi juga dapat menggunakan beberapa asam organik seperti malat, tartarat, dan asam sitrat untuk memproduksi CO₂ dan asam laktat atau asetat dan produk sampingan lain.

4.3.5 pH

Analisa pH media setelah fermentasi menunjukkan adanya penurunan pH. pH media setelah fermentasi berkisar antara 3,0-3,2. Analisa ragam menunjukkan perbedaan nyata akibat perbedaan lama fermentasi (Lampiran 6). Lama pengukusan dan kombinasi antara kedua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 9. Rerata pH Media pada Tiap Lama Fermentasi

Lama Fermentasi	pH
24 jam	3,0 a
48 jam	3,2 b
BNT ($\alpha=0,01$)	0,0947

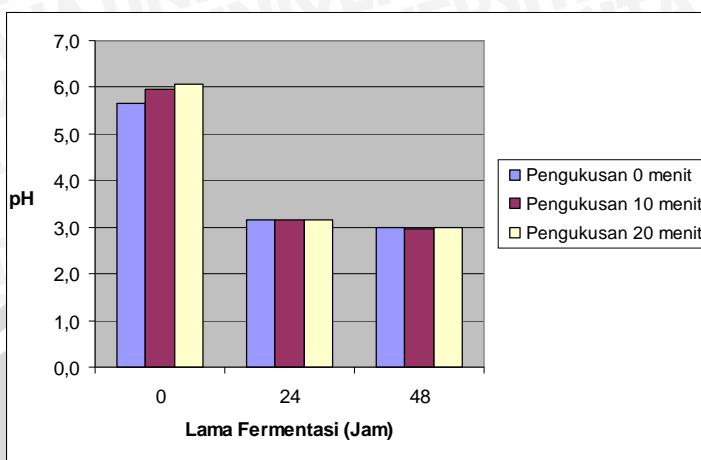
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata pada uji BNT ($\alpha=0,01$)

Gambar 9 menunjukkan pH media fermentasi menurun selama fermentasi.

Penurunan pH ini disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat yang



menghasilkan asam-asam organik, hasil dari fermentasi karbohidrat yang terdapat pada media.



Gambar 9. Penurunan pH Media selama Fermentasi

Penelitian yang dilakukan oleh Panda dan Ray (2007) pada pembuatan laktojus ubi jalar kuning menunjukkan penurunan pH dari 5,8-6,1 menjadi 2,2-3,3 setelah fermentasi selama 48 jam.

Singleton (1988) dalam Anafia (1997) menyatakan bahwa penurunan pH merupakan salah satu akibat proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam laktat sebagai produk utama dari aktivitas bakteri yang bersifat homofermentatif.

4.3.6 Total Padatan Terlarut (TPT)

Rerata total padatan terlarut media fermentasi dari berbagai perlakuan berkisar antara 3,4 °Brix -5,5°Brix. Analisa ragam menunjukkan perbedaan nyata total padatan terlarut akibat interaksi kedua perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi dengan selang kepercayaan 5% (Lampiran 7).

Tabel 10. Rerata Total Padatan Terlarut

Perlakuan	Rerata Asam Tertitrasi (%)	
	Fermentasi 24 jam	Fermentasi 48 jam
Pengukusan 0 menit	3,53 a	3,40 a
Pengukusan 10 menit	5,50 b	4,87 b
Pengukusan 20 menit	5,33 b	5,07 b
BNT BNT ($\alpha=0,05$)		0,2389

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang mempunyai notasi huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada uji BNT ($\alpha = 0,05$)

Peningkatan total padatan terlarut setelah fermentasi disebabkan oleh bertambahnya padatan-padatan terlarut pada media fermentasi akibat aktivitas bakteri. Bakteri asam laktat menghidrolisis pati menjadi gula-gula sederhana yang larut air. Selain itu bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat sebagai hasil metabolisme, sehingga turut menambah total padatan terlarut. Menurut Jacobs (1968) dalam Anindita (2002), total padatan terlarut dipengaruhi oleh komponen yang terdispersi dalam bahan, antara lain asam organik dan gula-gula reduksi yang merupakan hasil perombakan gula non reduksi.

Fermentasi 48 jam memiliki total padatan terlarut lebih rendah daripada fermentasi 24 jam. Hal ini disebabkan oleh menurunnya total gula akibat fermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* B2. *Lactobacillus plantarum* tidak hanya mampu memfermentasi heksosa dan pentosa (memproduksi satu mol laktat, asetat, dan CO₂ per mol pentosa), tetapi juga dapat menggunakan beberapa asam organik seperti malat, tartarat, dan asam sitrat untuk memproduksi CO₂ dan asam laktat atau asetat dan produk sampingan lain (Molin, 2003).

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa perlakuan pengukusan 0 menit berbeda nyata dengan perlakuan pengukusan 10 dan 20 menit, pada kedua perlakuan lama fermentasi pada BNT ($\alpha=0,05$), sedangkan perlakuan lama pengukusan 10 menit tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama pengukusan 20 menit. Hal ini

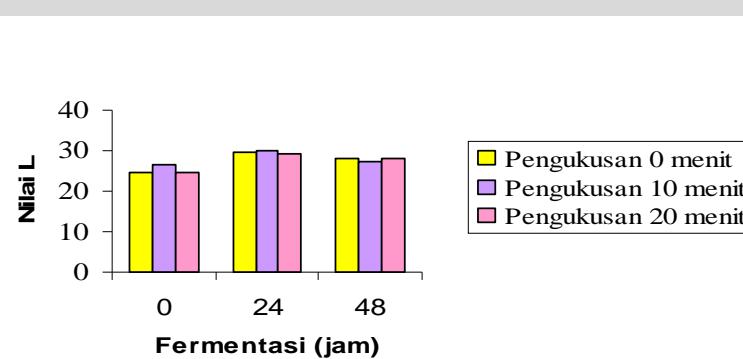
menunjukkan bahwa perlakuan pengukusan dapat meningkatkan total padatan terlarut pada media. Setelah dikukus, daging ubi jalar menjadi lunak, sehingga senyawa-senyawa larut air yang berada di dalam sel maupun jaringan antar sel lebih mudah terekstrak keluar. Selain itu, pengukusan telah meningkatkan total gula ubi jalar akibat aktivitas enzim amylase selama pengukusan, sehingga total padatan terlarut media yang dibuat dari ubi jalar kukus lebih tinggi dari pada media yang dibuat dari ubi jalar mentah (pengukusan 0 menit). Penelitian yang dilakukan Gore (1923) menunjukkan terbentuknya maltosa dalam jumlah besar akibat aktivitas enzim diastase selama pemasakan ubi jalar.

4.3.7 Warna

Rerata warna (L , a^* , dan b^*) media setelah fermentasi disajikan pada Tabel 8. Nilai L berkisar antara 27,5-29,9. Nilai a^* berkisar antara 15,4-32. Nilai b^* berkisar antara 4,3-12,8.

A. Nilai L (tingkat kecerahan)

Analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata akibat perlakuan. Perubahan tingkat kecerahan (L) ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perubahan Tingkat Kecerahan (L) Selama Fermentasi

Antosianin merupakan komponen utama pembentuk warna pada media. Warna yang lebih cerah mengindikasikan kadar antosianin yang lebih rendah antosianin karena bahan yang mengandung antosianin tinggi akan berwarna gelap. Tetapi, bila dibandingkan dengan total antosianin hasil pengamatan, kecerahan saja tidak dapat mewakili kerusakan atau stabilitas antosianin media, karena masih ada komponen warna lain yang juga menunjukkan tingkat nilai warna media yang berubah selama fermentasi.

B. Nilai a* (kemerahan)

Analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata tingkat kemerahan (a^*) akibat interaksi perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi, tetapi lama pengukusan memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha=0,01$) dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$). Dari uji BNT ($\alpha=0,01$) (Lampiran8), diketahui bahwa nilai a^* media yang berasal dari ubi jalar yang dikukus selama 10 menit tidak berbeda nyata dengan media ubi jalar tanpa pengukusan, sedangkan pengukusan 20 menit memberikan nilai a^* yang sangat berbeda pada media dibandingkan dengan dua media yang lain.

Tabel. 11 Rerata Nilai Warna a^* (Tingkat Kemerahan) akibat Lama Pengukusan

Perlakuan	Rerata Nilai a^*
Pengukusan 0 menit	17,0 a
Pengukusan 10 menit	17,0 a
Pengukusan 20 menit	28,1 b
BNT ($\alpha=0,01$)	4,2776

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada uji BNT ($\alpha=0,01$)

Lama fermentasi memberikan warna yang berbeda pada media pada uji BNT ($\alpha=0,05$). Media yang diperlakukan selama 24 jam lebih merah dari pada



yang difermentasi selama 48 jam. Ini berarti warna merah pada fermentasi 48 jam lebih pekat dari pada fermentasi 24 jam.

Tabel. 12 Rerata Nilai Warna a* (Tingkat Kemerahan) akibat Lama Fermentasi

Perlakuan	Rerata Nilai a*
Fermentasi 24 jam	23,0 b
Fermentasi 48 jam	18,4 a
BNT ($\alpha=0,05$)	3,7131

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNT ($\alpha=0,05$)

Rerata pH media setelah fermentasi 48 jam lebih rendah dari pada media setelah fermentasi 24 jam. pH yang lebih rendah akan meningkatkan kestabilan antosianin, sehingga warna merah pada antosianin lebih pekat. Menurut Delgado-Vargaz dan Paredes-Lopez (2003), beberapa antosianin berwarna merah pada larutan asam, violet atau ungu pada larutan netral, dan biru pada pH basa. Pada pH 3 antosianin berwarna "cerise" (merah muda). (Anonymous, 1996).

C. Nilai b* (kekuningan)

Analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan tingkat kekuningan (b*) berbeda sangat nyata ($\alpha=0,01$) pada perlakuan lama pengukusan dan interaksi antara perlakuan lama pengukusan dan lama fermentasi. Lama fermentasi sendiri tidak memberikan perbedaan nyata pada nilai b*.

Tabel 13. Rerata Total Nilai Warna b*(Tingkat Kekuningan)

Perlakuan	Rerata Nilai Warna b*	
	Fermentasi 24 jam	Fermentasi 48 jam
Pengukusan 0 menit	9,90 b	11,87 c
Pengukusan 10 menit	12,77 c	10,00 b
Pengukusan 20 menit	4,27 a	5,63 a
BNT BNT ($\alpha=0,01$)		1,4423

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang mempunyai notasi huruf yang berbeda berarti berbeda sangat nyata pada uji BNT ($\alpha = 0,01$)



Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa media yang dibuat dari ubi jalar yang dikukus selama 20 menit memiliki nilai b^* (tingkat kekuningan) paling rendah di antara media yang lain pada kedua perlakuan lama fermentasi. Hal ini berarti warna media yang terbuat dari ubi jalar dengan pengukusan selama 20 menit memiliki warna yang lebih gelap dari yang lain, karena semakin rendah nilai b^* , maka warna media tersebut cenderung menuju warna biru yang gelap. Hal ini sesuai dengan pengamatan sebelumnya pada total antosianin yang menunjukkan bahwa rerata total antosianin media yang terbuat dari ubi jalar dengan pengukusan selama 20 menit lebih tinggi dari media yang lain. Bahan yang mengandung antosianin yang tinggi akan memberikan warna yang gelap.

Penelitian yang dilakukan oleh Wardhani (2008) juga menunjukkan nilai b^* yang rendah pada ubi jalar tinggi antosianin yang dikukus dari pada ubi jalar yang digoreng. Hal tersebut tersebut sesuai dengan hasil penelitian bahwa total antosianin ubi jalar kukus lebih tinggi dari pada ubi jalar goreng.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada total bakteri asam laktat akibat perlakuan lama pengukusan ubi jalar dan lama fermentasi media. Kadar total antosianin media memiliki perbedaan yang sangat nyata akibat interaksi dua perlakuan, yaitu lama pengukusan dan lama fermentasi.

Rerata total bakteri asam laktat berkisar antara $2,2 \times 10^8$ cfu/ml- $4,3 \times 10^9$ cfu/ml, dengan demikian media fermentasi ini dapat dilanjutkan untuk pengembangan minuman probiotik karena memiliki total bakteri asam laktat yang tinggi. Rerata total antosianin media fermentasi pada berbagai perlakuan berkisar antara 1,15 mg/L-16,49 mg/L. Kadar total antosianin terendah pada media dengan perlakuan ubi jalar tanpa pengukusan dan fermentasi selama 24 dan 48 jam. Kadar total antosianin tertinggi pada perlakuan ubi jalar kukus 20 menit dengan lama fermentasi media selama 48 jam. Kadar antosianin media masih sangat rendah bila dibandingkan dengan produk minuman komersial “Bolthouse Farms Purple Carrot” maupun “lactojuice” yang dikembangkan oleh Panda *et al.* (2007).

Rerata total gula berkisar antara 0,03%-0,23%. Rerata total asam tertitrasi berkisar antara 1,76%-3,30% dengan pH antara 3,0-3,2. Rerata total padatan terlarut berkisar antara 3,4 $^{\circ}$ Brix -5,5 $^{\circ}$ Brix. Rerata nilai L berkisar antara 27,5-29,9, nilai a* berkisar antara 15,4-32,0, nilai b* berkisar antara 4,3-12,8.



5.2 Saran

Media fermentasi dari ubi jalar ini dapat dikembangkan sebagai minuman probiotik dengan tambahan nilai fungsional kandungan antosianin sebagai antioksidan dan prebiotik dari ubi jalar, karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penambahan bahan tambahan pangan (gula, aroma, dan lain sebagainya) yang tepat agar kandidat minuman probiotik berantosianin ini dapat diterima oleh konsumen. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui aktivitas antioksidan antosianin dalam media dan penambahan proporsi ubi jalar yang lebih tinggi untuk mendapatkan antosianin yang lebih tinggi. Perlu dilakukan pula penelitian lebih lanjut mengenai retensi antosianin media dan viabilitas bakteri probiotik selama masa penyimpanan di suhu rendah, selain itu perlu juga dilakukan analisa lebih spesifik mengenai keberadaan prebiotik sehingga nantinya bisa diketahui ada atau tidaknya efek sinbiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anafia, R. B. 1997. **Pengaruh Penambahan Susu Skim dan Lama Fermentasi Terhadap Resiko Kimia dan Organoleptik Yoghurt Biji Kecipir.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Unika Widya Karya. Malang
- Andayani, Dian.W. 2007. **Kandungan Antosianin, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Klon Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*).** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Anindita. 2002. **Pembuatan Yakult Kacang Hijau Kajian Tingkat Pengenceran Kacang Hijau dan Konsentrasi Sukrosa.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Anonymous. 1996. **Anthocyanin's Colour and pH.** http://www.csun.edu/~vceed002/BFI/lessons/pH_scale/pH_scale.htm. Tanggal Akses: 18 Agustus 2008
- Anonymous. 2004. **Effect of pH on Anthocyanin Structure.** <http://www.wrintek-progresio.or.id/pertanian/terungjpg.htm>. Tanggal Akses: 18 Agustus 2008
- Anonymous. 2006. **Titratable Acidity, Total Acidity, TA.** <http://www.crushpadwine.com>. Tanggal Akses: 10 Desember 2009
- Anonymous. 2007. **Prinsip Dasar Tata Boga.** http://www.ihsmakassar.com/culinary/dasar_memasak.htm. Tanggal Akses: 10 Desember 2009
- Anonymous. 2008. ***Lactobacillus plantarum*.** http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_plantarum. Tanggal akses: 16 Maret 2008
- Antarlina. 1997. **Karakteristik Ubi Jalar Sebagai Bahan Tepung Pada Pembuatan Kue “Cake”.** Prosiding Seminar Teknologi Pangan. Jakarta. Hal 188-204
- Anukam, Kingsley C. dan Gregor Reid. 2007. **Probiotics: 100 years (1907-2007) after Elie Metchnikoff’s Observation.** Dalam: A. Méndez-Vilas (Ed.). **Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology.** <http://www.formatex.org/microbio/pdf/Pages466-474.pdf>. Tanggal Akses: 3 April 2008



- Appriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspita Sari, Sedarwati, dan S. Budiyanto. 1989. **Analisa Pangan.** Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat AntarUniversitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Arixs. 2006. **Mengenalkan Olahan Bahan Pangan Nonberas Bangli, Denpasar, Bandung.** <http://www.tokoh.co.id/application.htm>. Tanggal Akses: 5 Mei 2009
- Arthey, D.dan P.R., Ashurst. 2001. **Fruit Processing, Nutrition, Product and Quality Management.** 2nd Edition. An Aspen Publication. Maryland
- Azam-Ali, Sue dan Battcock. 1998. **Fermented Fruits and Vegetables. A Global Perspective.** <http://www.fao.org/docrep/x0560E/x0560e10.htm>. Tanggal Akses: 12 Januari 2010
- Bassa, I. A. dan F. G. Francis. 1987. **Stability of Anthocyanins from Sweet Potatoes in a Model Beverage.** <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119470372/abstract>. Tanggal Akses: 9 Januari 2010
- Beckman Jamie. 2008. **Superjuices on Trial.** <http://www.mensjournal.com/superjuices-on-trial>. Tanggal Akses: 9 Januari 2010
- Brouillard R., G. Mazza, Z. Saad, A. M. Albrecht-Gary, A. Cheminat.1989. **The Copigmentation Reaction of Anthocyanins: A Microprobe for The Structural Study of Aqueous Solutions.** dalam: de Freitas, Victor dan Nuno Mateus. 2006. **Chemical Transformations of Anthocyanins Yielding a Variety of Colours (Review).** Journal Environmental Chemistry Letters (2006) 4:175–183
- Brouillard R. dan O. Dangles. 1994. **Anthocyanin Molecular Interactions: The First Step in The Formation of New Pigments during Wine Ageing.** dalam: de Freitas, Victor dan Nuno Mateus. 2006. **Chemical Transformations of Anthocyanins Yielding a Variety of Colours (Review).** Journal Environmental Chemistry Letters (2006) 4:175–183
- Cappuccino, J.G. and N. Sherman. 1983. **Microbiology a Laboratory Manual.** Advisor-Wesley Pub. Comp.Inc. USA
- Cullimore, D. Roy. 2000. **Practical Atlas for Bacterial Identification.** Lewish Publishers. Boca Raton
- Daniawan, Idan. 2007. **Studi Pengembangan Minuman Probiotik Slurry Ubi Jalar Ungu Jepang (*Ipomoea batatas* L.. Var. *Ayamurasaki*) Kajian Lama Penyimpanan Ubi di Suhu Rendah dan RasioUbi : Air.** Skripsi.

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

De Freitas, Victor dan Nuno Mateus. 2006. **Chemical Transformations of Anthocyanins Yielding a Variety of Colours (Review)**. Journal Environmental Chemistry Letters (2006) 4:175–183

Delgado-Vargaz, F. dan O. Paredes-Lopez. 2003. **Natural Colorant for Foods and Nutraceutical Uses**. CRC Press. Boca Raton

Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2002. **Prospek dan Peluang Agribisnis Ubi Jalar**. Direktorat Jendral Bina Produksi Tanaman Pangan Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Jakarta

Eskin, N.A.M. 1979. **Plant Pigments, Flavors and Texture**. Academic Press. New York.

Fellows, P. 2002. **Food Processing Technology, Principles and Practise, 2nd edition**. CRC Press. Cambridge

Francis, F. J. 1985. **Pigments and Other Colorants**. Marcel Dekker, Inc. New York.

Francis, F. J. 1989. **Food colorants: Anthocyanins**. dalam C. E. Lewis dan John R. L. Walker. 1994. **Effect of Polysaccharides on The Colour of Anthocyanins**. Food Chemistry 54 (1995) 315-319

Friedman, Y. 1996. **Lactic Acid Bacteria as Food Preservation**.

<http://www.dna2z.com/project/lacid.html>. Tanggal akses 11 Mei 2004

Galvano, F. 2005. **The chemistry of anthocyanins**.

<http://www.foodsciencecentral.com>. Tanggal Akses 18 Agustus 2008

Gitaria, M. 2007. **Studi Pengaruh Jenis Medium dan Metode Penumbuhan Kultur terhadap Jumlah Sel Bakteri Asam Laktat dan Khamir pada Pembuatan Starter Kering Metode Pengering Vakum**. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Gibson G.R. dan R. Fuller. 1998. **The Role of Probiotics and Prebiotic in The Functional Food Concept**. dalam: M. J. Sadler dan M. Saltmarsh (Ed). **Functional Foods: The Consumer, The Product and The Evidence**. The Royal Society of Chemistry. Cambridge

Gilliland, S.E. 1986. **Bacterial Starter Cultures for Food**. CRC Press Inc. Boca Raton



- Giraud, E., A. Brauman, S. Keleke, B. Lelong, dan M. Raimbault. 1991. **Isolation and Physiological Study of An Amylolytic Strain of *Lactobacillus plantarum*.** Appl Microbiol Biotechnol (1991) 36:379-383
- Giusti, M.M., and Worlstad R.E. 2001. **Characterization and Measurement of Anthocyanin by UV-Visible Spectroscopy.** John Wiley and Sons, Inc. <http://Ipi.oregonstate.edu/ss01/anthocyanin.html>. Tanggal Akses. 29 Agustus 2008
- Gore, H. C. 1923. **Formation of Maltose in Sweet Potatoes on Cooking.** Ind. Eng. Chem., 1923, 15 (9), pp 938–940.
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie50165a031>. Tanggal Akses: 13 Januari 2010
- Harbone, J.B. 1996. **Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.** Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Helferich, W. and Westhoff. 1980. **All About Yoghurt.** Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs. New Jersey
- Holfzapfel *et al.* 1995 dalam A.H. Soomro, T. Masud. dan K. Anwaar. 2002. **Role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health- a Review.** Pakistan Journal of Nutrition1(1): 20-24, 2002
- Hulme, A.C. 1971. **The Biochemistry of Fruits and Their Product.** Academic Press, Inc. New York
- Iversan, C.K.1999. **Black Currant Nectar : Effect of Processing and Storage on Antocyanin and Ascorbic Acid Content.** J.Food Sci 64 (1): 37-41
- Kaur, I.P., K. Chopra, A. Saini. 2002. **Probiotics: Potential pharmaceutical Applications.** dalam S. H. Panda, R.C. Ray. 2007. **Lactic Acid Fermentation of β -Carotene Rich Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) into Lacto-juice.** Plant Foods for Human Nutrition **62:** 65–70
- Klewicka, E., I. Motyl, Z. Libudzisz. 2004. **Fermentation of beet juice by bacteria of genus *Lactobacillus* sp.** dalam S. H. Panda, R.C. Ray. 2007. **Lactic Acid Fermentation of β -Carotene Rich Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) into Lacto-juice.** Plant Foods for Human Nutrition **62:** 65–70
- Kumalaningsih, S., 2007. **Antioksidan, Sumber & Manfaatnya.** <http://antioxidantcentre.com/index.php/Antioksidan/3.-Antioksidan-Sumber-Manfaatnya.html>. Tanggal Akses: 15 Maret 2008
- Laleh, G. H., H. Frydoonfar, R. Heidary, R. Jameei, S. Zare. 2006. **The Effect of Light, Temperature, pH and Speciess on Stability of Anthocyanin**

- Pigments in Four *Berberis* Species.** Pakistan Journal of Nutrition 5 (1): 90-92
- Lay, B. W. 1994. **Analisa Mikroba di Laboratorium.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Lewthwaite, S.L., K.H. Sutton, and C.M. Triggs. 1997. **Free Sugar Composition of Sweet Potato Cultivar After Storage.** New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol 25. pg 33-41
- Liao H., Y. Cai, E. Haslam. 1992. **Polyphenol Interactions. Anthocyanins: Copigmentation and Colour Changes in Red Wines.** dalam: de Freitas, Victor dan Nuno Mateus. 2006. **Chemical Transformations of Anthocyanins Yielding a Variety of Colours (Review).** Journal Environmental Chemistry Letters (2006) 4:175–183
- Luh, B.S., dan Liu, Y.K., 1980. **Rice Flour in Baking, in Rice: Production, Utilization.** The AVI Publishing Company Inc. Westport. Connecticut
- Mazza, G. dan R. Brouillard 1987. **Recent Developments in The Stabilization of Anthocyanins in Food Products.** dalam: de Freitas, Victor dan Nuno Mateus. 2006. **Chemical Transformations of Anthocyanins Yielding a Variety of Colours (Review).** Journal Environmental Chemistry Letters (2006) 4:175–183
- Mazza, G., dan Miniati, E. 1993. **Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains.** dalam Laleh, G. H., H. Frydoonfar, R. Heidary, R. Jameei, S. Zare. 2006. **The Effect of Light, Temperature, pH and Species on Stability of Anthocyanin Pigments in Four *Berberis* Species.** Pakistan Journal of Nutrition 5 (1): 90-92
- McFeeters, R.F. 2004. **Fermentation Microorganisms and Flavor Changes in Fermented Food.** J Food Sci 69(1): 35–37.
- Mercadante, A. dan F. O. Bobbio. 2008. **Anthocyanin in Foods: Occurrence and Physicochemical Properties.** dalam C. Socaciu (Ed). 2008. **Food Colorants: Chemical and Functional Properties.** CRC Press. Boca Raton
- Mitsuoka, T. 1989. **Profile of Intestinal Bacteria: Our Life Long Partners.** Yakult Honsa Co. Ltd. Honsa
- Molin, G. 2003. **The Role of *Lactobacillus plantarum* in Foods and Human Health.** dalam E.R. Fornworth (Ed.) **Handbook of Fermented Functional Foods.** CRC Press. Boca Raton
- Nakashima. 1999. ***Ipomoea batatas*.** dalam S. C. Wardhani. 2008. **Pengaruh Cara Pengolahan terhadap Retensi Antosianin pada Ubi Jalar Ungu**



- dan Beta-Karoten pada Ubi Jalar Orange.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Noda, Takahiro. 2005. **Characteristic of Starches from Potatoes Grown in Hokkaido and From Sweet Potatoes Grown in Southern Kyushu.** www.agfdt.de/loads/st05/nodaabb.pdf -. Tanggal Akses: 27 Maret 2008
- Nychas, G.J.E., E.Z. Panagou, M.L. Parker, K.W. Waldron, C.C. Tassou. 2002. **Microbial Colonization of Naturally Black Olives During Fermentation and Associated Biochemical Activities in The Cover Brine.** Lett Appl Microbiol 34: 173–177
- Panda, Smita H., R.C. Ray. 2007. **Lactic Acid Fermentation of β -Carotene Rich Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) into Lacto-juice.** Plant Foods for Human Nutrition **62:** 65–70
- Panda, Smita H., S. K. Naskar, P. S. Sivakumar, R. C. Ray. 2007. **Lactic Acid Fermentation of Anthocyanin-rich Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Into Lacto-juice.** International Journal of Food Science and Technology 2009, 44, 288–296
- Paliyath, G. dan D. P. Murr. 2006. **Biochemistry of Fruits.** Dalam Y. H. Hui (Ed). **Food Biochemistry and Food Processing.** Blackwell Publishing. Ames
- Palmer, J. K. 1982. **Carbohydrate in sweet Potato.** dalam R. L. Villareal dan T. D. Giggs (Ed). **Sweet Potato.** Proceedings of The First International Symposium. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan
- Ranggana, S. 1979. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products.** Mc. Graw Hill. New Delhi
- Risnawati, N. D. 2004. **Pembuatan Minuman Probiotik Sari Ubi Ungu Jepang (Kajian pH pelarut ekstraksi dan lama fermentasi).** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Salminen, S., A. Ouwehand, Y. Benno, Y.K. Lee. 1999. **Probiotics: How Should They be Defined?** Food Technology Department of Biochemistry University of Turku. Turku
- Shah, N.P. 2001. **Functional Foods From Probiotic and Prebiotic.** Food Technology. Vol 55 no.11
- Shinoda, Y., H.Komura, S Homma. & M. Murata.2005. **Browning of Model Orange Juice Solution: Factors Affecting the Formation of Decomposition Products.** Dalam: Veridiana Vera de Rosso, Adriana Z.

- Mercadante. **Evaluation of Colour and Stability of Anthocyanins from Tropical Fruits in An Isotonic Soft Drink System.** www.aseanfood.info/scripts/count_article.asp?Article_code=11020260 -. Tanggal Akses: 6 Februari 2008
- Spreer, E. 1998. **Milk and Dairy Product Technology.** Marcel Dekker Inc. USA
- Stamer, J.R. 1979. **The Lactic Acid Bacteria.** Di dalam Food Microbiology. Public Health and Spoilage Aspect. Detoguido MP and Siplit. AVI Publisher. Westport Connecticut
- Steed, L. E. dan V.-D. Truong. 2008. **Anthocyanin Content, Antioxidant Activity, and Selected Physical Properties of Flowable Purple-Fleshed Sweetpotato Purees.** Journal of Food Science Vol. 73. Nr.5 S215-S221
- Suda, I., T. Oki. M. Masuda, M. Kobayashi 2003. **Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanin and Their Utilization in Foods.** Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ) 37(3):167-173
- Sudarmadji, S.B., Haryono dan Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian.** PT. Liberty. Yogyakarta
- Sulistyati, R.E. 2007. **Aktivitas Antioksidan Ekstrak beberapa Varietas Ubi Jalar Ungu hasil Pengukusan, Penggorengan dan Penepungan.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Teow, C.C. 2005. **Antioxidant Activity and Bioactive Compounds of Sweetpotatoes.** dalam S. C. Wardhani. 2008. **Pengaruh Cara Pengolahan terhadap Retensi Antosianin pada Ubi Jalar Ungu dan Beta-Karoten pada Ubi Jalar Orange.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Valentine, V. 2006. **Uji Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat Indigenus Asal Bekatul Secara Invitro.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Wang, H., G. Cao and R. L. Prior. 1997. **Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins.** Journal Food Chemistry and Toxicology. Vol. 45. No. 2. Page 304-309
- Wardhani, Sindha. C. 2008. **Pengaruh Cara Pengolahan terhadap Retensi Antosianin pada Ubi Jalar Ungu dan Beta-Karoten pada Ubi Jalar Orange.** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Wijaya, L. S., S. B. Widjanarko, T. Susanto. 2001. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai.** Biosain, Vol. 1 No.2, Agustus. Hal 42-53

Yang, J. dan R. L. Gadi. 2008. **Effects of Steaming and Dehydration on Anthocyanins, Antioxidant Activity, Total Phenols and Color Characteristics of Purple Fleshed Sweet Potatoes (*Ipomoea Batatas*).** American Journal of Food Technology 2008, 3 (4): 224-234

Yashimoto, M.S. Okuna, M. Yoshinaga, O. Yamakawa, M. Yamaguchi and J. Yamada. 1999. **Antimutagenicity of Sweet Potato (*Ipomoae batatas*) Root.** Biosci Biotechnology. Biochemistry 63: 541 – 543

Zubaidah, E. dan Farida. 2006. **Isolasi dan Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Bekatul.** Prosiding PATPI. Malang



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa

1.1 Prosedur Analisa Total Antosianin Metode Spektrofotometer (Giusti and Wrolstad, 2001)

1. Untuk membuat larutan buffer KCl 0,025 M, pH 1,0 dengan cara mencampurkan 1,86 g KCl dengan 980 ml aquades dalam beaker. Mengukur pH dan mengaturnya sampai 1,0 dengan konsentrasi HCl yang sesuai. Dipindahkan dalam wadah 1 L dan ditambah aquades sampai 1 L.
2. Untuk membuat larutan buffer Na asetat 0,4 M, pH 4,5 dengan cara mencampurkan 54,43 g CH₃COONa . 3H₂O dengan 960 ml aquades dalam beaker. Mengukur pH dan mengatur sampai 4,5 dengan konsentrasi HCl yang sesuai. Dipindahkan ke wadah 1 L dan ditambah aquades sampai 1 L.
3. Menentukan faktor pengenceran yang tepat untuk sampel dengan pengenceran menggunakan buffer KCl pH 1,0 sampai absorbansi sampel pada λ max masuk dalam kisaran linier dari spektrofotometer (absorbansi kurang dari 1,2).
4. Menyiapkan 2 sampel larutan, satu dengan buffer KCl pH 1,0 dan yang lain dengan buffer Na asetat pH 4,5. diencerkan tiap-tiap sampel untuk menentukan faktor pengenceran. Biarkan 15 menit agar tercampur merata.
5. Mengukur absorbansi sampel pada λ max dan 700 nm.
6. Menghitung absorbansi sampel dengan rumus :

$$A = (A_{\lambda \text{max}} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{\lambda \text{max}} - A_{700})_{\text{pH } 14,5}$$



Penentuan Total Antosianin dilakukan dengan :

$$Total\ Antosianin = \frac{AxMWxDFx100}{\epsilon x 1}$$

Dimana: Total Antosianin (mg/1000ml)

ϵ = koefisien absorbsivitas = 34300 L/mol dinyatakan sebagai cyanidin-3-glucoside ($mW = 449$)

DF = Faktor Pengencer

1.2. Penentuan Kadar Air (Sudarmadji dkk., 1997)

1. Botol timbang dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 24 jam kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 0,5 jam, setelah itu ditimbang dengan menggunakan timbangan analaitik (x gram).
2. Sampel yang sudah dihaluskan ditimbang (y gram), kemudian dimasukkan ke dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya.
3. Sampel dalam botol timbang dimasukkan dalam oven 105°C selama 4 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 0,5 jam, sampel yang sudah dingin ditimbang. Perlakuan ini diulang-ulang sampai tercapai berat konstan (z gram), yaitu selisih penimbangan berat sampel berturut-turut kurang dari 0,2 gram.
4. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(x + y) - z}{Y} \times 100\%$$



1.3 Prosedur Analisa Total Bakteri Asam Laktat (Lay, 1994).

1. Ditandai tabung reaksi I, II dan III yang berisi larutan pengencer steril, dan ditandai pula masing-masing cawan petri dengan nilai pengencerannya.
2. Suspensi/biakan yang akan dihitung jumlah bakterinya dikocok dan diambil 1 ml contoh, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi I yang berisi 9 ml larutan pengencer.
3. Tabung reaksi I ditandai sehingga bakteri tersebar dan terlepas dari rantainya.
4. Dipindahkan 1 ml dari tabung reaksi I ke tabung reaksi II yang berisi 9 ml larutan pengencer, kemudian dikocok. Dari tabung reaksi II dipindahkan 1 ml ke cawan petri bertanda 10-2.
5. Dipindahkan 1 ml dari tabung reaksi II ke tabung reaksi III, kemudian dikocok. Dari tabung reaksi III dipindahkan 1 ml ke cawan petri yang bertanda 10-3 dan seterusnya sampai pengenceran 10-9.
6. Dituangkan medium steril bersuhu 40oC ke dalam setiap cawan petri, kemudian digoyang secara perlahan-lahan sehingga biakan tercampur dengan baik.
7. Setelah medium membeku, cawan petri dibalik dan dimasukkan ke dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37 oC.
8. Jumlah koloni dihitung menggunakan Quebec Colony Counter.
9. Dilakukan duplo setiap kali pengenceran.
10. Untuk biakan kering juga diambil 5 gr contoh kemudian dimasukkan dalam 45 ml larutan pengencer.

1.4 Prosedur Analisa pH dengan pH Meter (Apriyantono dkk, 1989)

1. Sampel yang telah dihomogenkan diambil kurang lebih 20 mL dan ditempatkan pada “beakerglass” 50 mL
2. Elektroda pH meter dikalibrasi ke dalam larutan buffer pH 4, kemudian dibilas dengan aquades dan dikalibrasi dalam larutan buffer pH 7 lalu dibilas dengan aquades kembali
3. Elektroda pada pH meter dicelupkan ke dalam sampel kemudian ditunggu sampai menunjukkan angka yang konstan dan pH sampel dibaca
4. Setiap kali akan mengukur pH sampel yang lain, sebelumnya elektroda pH meter dibersihkan dengan aquades terlebih dahulu.

1.5 Prosedur Analisa Total Asam Tertitrasi (Ranggana, 1977)

1. 10 ml sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu dihomogenkan dan disaring
2. Filtrat diambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer
3. Ditambahkan 2-3 tetes larutan 1% indikator pp
4. Dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai warna larutan berubah menjadi warna merah muda dan warna tersebut tidak hilang selama 30 detik
5. Pada akhir titrasi dihitung jumlah NaOH yang digunakan

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times fp \times BM \text{ asam laktat} \times 10}{W}$$

Keterangan:

Fp = faktor pengenceran (100/10)

V = Volume larutan NaOH (mL)

N = Normalitas larutan NaOH

W = Berat cuplikan (mg)

Standardisasi larutan NaOH 0,1 N

1. Ditimbang 0,1 g asam oksalat dengan BM=126
2. Dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL
3. Ditambahkan aquades sebanyak 25 mL
4. Ditambahkan larutan indikator pp sebanyak 2-3 tetes
5. Dititrasi dengan larutan NaOH sampai terbentuk warna merah jambu
6. Diulangi sebanyak 3 kali ulangan

Perhitungan: $N \text{ NaOH} = \frac{\text{gram asam oksalat} \times 2}{0,126 \times \text{ml NaOH}}$

1.6 Prosedur Penetapan Gula Metode Anthrone (Apriantono dkk, 1989)

Pereaksi

1. Dibuat pereaksi Anthrone 0,1 % dalam asam sulfat pekat. Dibuat hanya pada waktu hari akan digunakan, tidak stabil. Hanya tahan 1 hari
2. Dibuat larutan glukosa standard 0,2 mg/mL. Larutan 200 mg glukosa dalam 100 mL aquades. Diambil 10 mL dan diencerkan menjadi 100 mL (1mL=0,2 mg glukosa)

Pembuatan kurva standard

1. Dipipet ke dalam tabung teaksi 0,0 (blanko); 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mL larutan glukosa standard. Ditambahkan aquades sampai total volume masing-masing tabung reaksi 1,0 mL
2. Ditambahkan dengan cepat 5 mL pereaksi Anthrone kedalam masing-masing tabung reaksi



3. Tabung reaksi ditutup dan dicampur hingga homogen
4. Ditempatkan dalam waterbath 100°C selama 12 menit (direndam dalam air mendidih)
5. Didinginkan dengan cepat menggunakan air mengalir
6. Pindahkan ke dala kuvet, baca absorbansinya pada 630 nm
7. Buat kurva hubungan antara absorbansi dengan mg glukosa

Persiapan sampel :

1. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas
2. Sampel dipindahkan dalam erlenmeyer 250 mL, ditambah 1 g CaCO₃, kemudian erlenmeyer ditutup dan didihkan selama 30 menit, lalu didinginkan
3. Larutan disaring dengan kertas saring. Filtrat merupakan sampel yang siap dianalisa.

Penetapan sampel

1. Filtrat diambil 1 mL, kemudian diencerkan hingga 100 mL. Larutan diambil 1 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi
2. Tahap selanjutnya sama dengan tahapan pada pengenceran kurva standard

$$\text{Total gula (\%)} = \frac{\underline{X} \text{ (konsentrasi)} \times \underline{P} \text{ (pengenceran)} \times 100\%}{\text{Gram} \times 1000}$$



1.7 Prosedur Analisa Warna Metode L*, a*, b* Hunter (Yuwono dan

Susanto, 1998)

1. Siapkan sampel dalam gelas atau dengan plastik yang bening
2. Hidupkan color reader
3. Tentukan target pembacaan L, a, b color space atau L, c, h
4. Ukur warnanya

Keterangan: L untuk parameter kecerahan (lightness)

a dan b koordinator kromatisitas

c: kroma

h: sudut hue (warna)



Lampiran 2. Total Bakteri Asam Laktat

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	3,5E+08	1,6E+09
	10	2,4E+09	2,3E+09
	20	2,4E+09	9,3E+08
2	0	1,1E+08	1,2E+09
	10	1,2E+09	1,5E+08
	20	8,7E+09	4,3E+09
3	0	2,1E+08	1,8E+09
	10	1,6E+09	1,1E+09
	20	1,9E+09	1,2E+09

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	5,4E+18	2,7E+18	2,5157	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	1,0E+18	1,0E+18	0,9655	tn	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	2,2E+18	1,1E+18	-			
AP (=B)	2	1,8E+19	9,1E+18	2,3028	tn	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	9,2E+18	4,6E+18	1,1706	tn	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	3,1E+19	3,9E+18	-			
Total	17						

Lampiran 3. Kadar Total Antosianin

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	1,12	1,11
	10	3,54	2,52
	20	14,67	16,86
2	0	1,18	1,17
	10	3,81	2,88
	20	14,93	16,44
3	0	1,16	1,16
	10	3,30	2,29
	20	14,18	16,17

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,4113	0,2057	13,4965	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	0,4080	0,4080	26,7740	*	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,0305	0,0152	-			
AP (=B)	2	733,2613	366,6307	7313,5170	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	6,4483	3,2242	64,3155	**	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	0,4010	0,0501	-			
Total	17						

Tabel uji BNT ($\alpha = 5\%$) = 0,6133

Pada fermentasi 24 jam

Perlakuan	L1	L2	L3
	1,15	3,55	14,59
L1	1,15	-	2,40*
L2	3,55	-	11,04*
L3	14,59	-	-
Notasi	a	b	c

Pada fermentasi 48 jam

Perlakuan	L1	L3	L2
	1,15	2,56	16,49
L1	1,15	-	1,41*
L2	2,56	-	13,93*
L3	16,49	-	-
Notasi	a	b	c



Lampiran 4. Kadar Total Gula

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	0,06	0,07
	10	0,12	0,23
	20	0,17	0,02
2	0	0,07	0,08
	10	0,12	0,25
	20	0,22	0,03
3	0	0,07	0,09
	10	0,10	0,20
	20	0,15	0,03

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,0015	0,0008	7,3158	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	0,0004	0,0004	3,3684	tn	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,0002	0,0001	-			
AP (=B)	2	0,0294	0,0147	43,3443	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	0,0544	0,0272	80,3279	**	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	0,0027	0,0003	-			
Total	17						

Tabel Uji BNT ($\alpha = 1\%$) = 0,0470

Pada fermentasi 24 jam

Perlakuan	L1	L2	L3
	0,07	0,11	0,18
L1	0,07	-	0,05*
L2	0,11	-	-
L3	0,18	-	-
Notasi	a	b	c

Pada fermentasi 48 jam

Perlakuan	L3	L1	L2
	0,03	0,08	0,23
L3	0,03	-	0,05*
L1	0,08	-	-
L2	0,23	-	-
Notasi	a	b	c

Lampiran 5. Kadar Total Asam Tertitrasi

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	1,72	2,27
	10	2,16	3,23
	20	2,52	3,24
2	0	1,80	2,25
	10	2,24	3,24
	20	2,52	3,26
3	0	1,76	2,25
	10	2,28	3,42
	20	2,54	3,26

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,0117	0,0059	4,3619	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	2,6251	2,6251	1954,8186	**	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,0027	0,0013	-			
AP (=B)	2	2,7218	1,3609	561,2217	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	0,2534	0,1267	52,2587	**	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	0,0194	0,0024	-			
Total	17						

Tabel BNT ($\alpha = 1\% = 0,1342$

Pada fermentasi 24 jam

Perlakuan	L1	L2	L3
	1,76	2,23	2,53
L1	1,76	-	0,47*
L2	2,23	-	0,30*
L3	2,53	-	-
Notasi	a	b	c

Pada fermentasi 48 jam

Perlakuan	L1	L3	L2
	2,26	3,25	3,3
L1	2,26	-	0,99*
L3	3,25	-	0,05
L2	3,30	-	-
Notasi	a	b	b



Lampiran 6. pH

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	3,2	3,0
	10	3,1	2,9
	20	3,1	2,9
2	0	3,1	3,0
	10	3,1	2,9
	20	3,2	3,1
3	0	3,2	3,0
	10	3,3	3,1
	20	3,2	3,0

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,0311	0,0156	7,0000	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	0,1422	0,1422	64,0000	*	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,0044	0,0022	-			
AP (=B)	2	0,0011	0,0006	0,0870	tn	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	0,0011	0,0006	0,0870	tn	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	0,0511	0,0064	-			
Total	17						

Tabel BNT ($\alpha = 5\% = 0,0947$)

Perlakuan	F2	F1
	3,0	3,2
F2	3,0	0,2*
F1	3,2	
Notasi	a	b



Lampiran 7. Total Padatan Terlarut

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	3,4	3,4
	10	5,4	4,8
	20	5,2	5,0
2	0	3,6	3,2
	10	5,6	5,0
	20	5,4	5,2
3	0	3,6	3,6
	10	5,5	4,8
	20	5,4	5,0

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,0633	0,0317	4,3846	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	0,5339	0,5339	73,9231	*	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,0144	0,0072	-			
AP (=B)	2	11,9033	5,9517	369,4138	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	0,2011	0,1006	6,2414	*	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	0,1289	0,0161	-			
Total	17						

Tabel BNT ($\alpha = 5\% = 0,2389$

Pada fermentasi 24 jam

Perlakuan	L1	L3	L2
	3,53	5,33	5,50
L1	3,53	-	1,80*
L3	5,33	-	0,17
L2	5,50	-	-
Notasi	a	b	b

Pada fermentasi 48 jam

Perlakuan	L1	L3	L2
	3,40	4,87	5,07
L1	3,40		5,07*
L3	4,87		0,20
L2	5,07		-
Notasi	a	b	b



Lampiran 8. Warna

Nilai L (Kecerahan)

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	30,7	28,2
	10	29,8	27,0
	20	28,7	26,9
2	0	28,4	27,7
	10	30,3	27,8
	20	30,8	29,4
3	0	28,3	28,0
	10	29,7	27,6
	20	28,5	27,8

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	1,7678	0,8839	1,2988	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	12,1689	12,1689	17,8808	tn	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	1,3611	0,6806	-			
AP (=B)	2	0,0811	0,0406	0,0422	tn	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	1,5344	0,7672	0,7980	tn	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	7,6911	0,9614	-			
Total	17						

Nilai a* (Kemerahan)

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	19,5	15,6
	10	18,3	15,0
	20	29,6	27,7
2	0	19,5	15,4
	10	18,4	16,2
	20	33,8	25,6
3	0	16,9	15,3
	10	18,2	15,6
	20	32,7	18,9



Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	11,3078	5,6539	1,6874	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	96,1422	96,1422	28,6944	*	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	6,7011	3,3506	-			
AP (=B)	2	489,1678	244,5839	50,1482	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	25,3544	12,6772	2,5993	tn	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	39,0178	4,8772	-			
Total	17						

Tabel BNT ($\alpha = 5\% = 0,0947$)

Perlakuan		F2	F1
		18,4	23
F2	18,4	-	4,6
F1	23	-	-
Notasi		a	b

Tabel BNT ($\alpha = 1\% = 4,2776$)

Perlakuan		L2	L1	L3
		16,95	17,03	28,05
L2	16,95	-	0,08	11,10
L1	17,03	-	-	11,02*
L3	28,05	-	-	-
Notasi		a	a	b

Nilai b* (kekuningan)

Kelompok	Lama Pengukusan	Lama Fermentasi	
		24	48
1	0	10,8	12,0
	10	12,7	10,4
	20	4,4	5,9
2	0	10,4	12,2
	10	13,2	9,8
	20	4,1	5,4
3	0	8,5	11,4
	10	12,4	9,8
	20	4,3	5,6



Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	1,5811	0,7906	5,1372	tn	19,00	99,00
PU (=A)	1	0,1606	0,1606	1,0433	tn	18,51	98,49
Galat Percobaan (a)	2	0,3078	0,1539	-			
AP (=B)	2	153,6844	76,8422	277,1864	**	4,46	8,65
PU X AP (=AB)	2	19,9244	9,9622	35,9359	**	4,46	8,65
Galat Percobaan (b)	8	2,2178	0,2772	-			
Total	17						

Tabel BNT ($\alpha = 1\%$) = 1,4423

Pada fermentasi 24 jam

Perlakuan		L3	L1	L2
		4,27	9,90	12,77
L3	4,27	-	5,63*	8,50*
L1	9,90	-	-	2,87*
L2	12,77	-	-	-
Notasi		a	b	c

Pada fermentasi 48 jam

Perlakuan		L3	L2	L1
		5,63	10,00	11,87
L3	5,63	-	4,37*	6,23*
L2	10,00	-	-	1,87*
L1	11,87	-	-	-
Notasi		a	b	c



Lampiran 9. Data Konversi Total Antosianin

Perlakuan	Kelompok	Kadar Antosianin Ubi Jalar		Kadar Antosianin Media					
		Pengamatan (mg/L)	Konversi (mg/100g)	Sebelum Fermentasi		Fermentasi 24 jam		Fermentasi 48 jam	
Pengukusan 0 menit	1	108,70	271,75	6,07	15,18	1,12	2,80	1,11	2,78
	2	117,21	293,03	6,71	16,78	1,18	2,95	1,17	2,93
	3	92,33	230,83	6,29	15,73	1,16	2,90	1,16	2,90
	rata-rata	106,08	265,20	6,36	15,89	1,15	2,88	1,15	2,87
Pengukusan 10 menit	1	22,79	56,98	2,36	5,90	3,54	8,85	2,52	6,30
	2	12,83	57,03	2,76	6,90	3,81	9,53	2,88	7,20
	3	16,50	55,48	2,04	5,10	3,30	8,24	2,29	5,73
	rata-rata	17,37	56,50	2,39	5,97	3,55	8,87	2,56	6,41
Pengukusan 20 menit	1	91,67	229,18	7,07	17,68	14,67	36,68	16,86	42,15
	2	73,99	184,18	7,73	19,33	14,93	37,33	16,44	41,10
	3	87,75	219,38	7,25	18,13	14,18	35,45	16,17	40,43
	rata-rata	84,47	210,91	7,35	18,38	14,59	36,48	16,49	41,23

Keterangan:

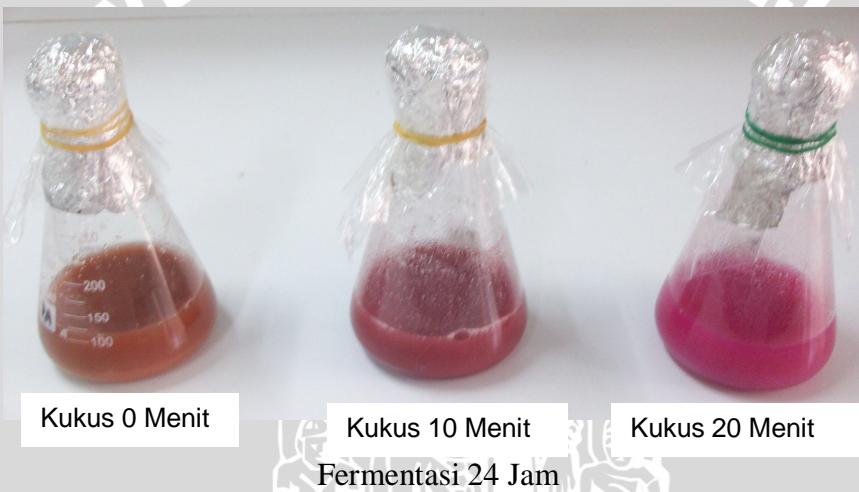
$$\text{Total Antosianin Konversi (mg/100g)} = \text{Total Antosianin Pengamatan (mg/1000ml)} \times 100 / 0,2 \times 1/20 \times 100$$

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

Media dari Ubi Jalar dengan Perlakuan Pengukusan Ubi Jalar 0, 10, dan 20 Menit



Kukus 0 Menit Kukus 10 Menit Kukus 20 Menit
Sebelum Fermentasi



Kukus 0 Menit Kukus 10 Menit Kukus 20 Menit
Fermentasi 24 Jam



Kukus 0 Menit Kukus 10 Menit Kukus 20 Menit
Fermentasi 48 Jam