

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 113/Biologi (dan Bioteknologi Umum)

**LAPORAN HASIL
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**Pengembangan Inokulum Kultur Campuran Mikroorganisme
Lokal dari “Wikau Maombo” untuk Pengayaan Nutrisi Umbi
Ubi Kayu Melalui Teknik Fermentasi Substrat Padat**

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

**Dr. Nurhayani H. Muhiddin, M.Si./NIDN : 0031126716
Dra. Indrawati, M.Si. /NIDN : 0011056709**

**Surat Kontrak Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor : 011/Add/Ditlitabmas/2015, tanggal 12-5-2015**

UNIVERSITAS HALU OLEO

DESEMBER 2015

HALAMAN PENGESAHAN

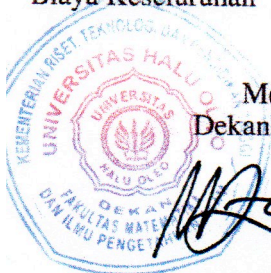
Judul : Pengembangan Inokulum Kultur Campuran Mikroorganismes Lokal dari "Wikau Maombo" untuk Pengayaan Nutrisi Ubi Kayu Melalui Teknik Fermentasi Substrat Padat

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Dr. NURHAYANI H MUHIDIN M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Halu Oleo
NIDN : 0031126716
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Biologi
Nomor HP : 085242166184
Alamat surel (e-mail) : nurhayani08@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : Dra. INDRAWATI M.Si.
NIDN : 0011056709
Perguruan Tinggi : Universitas Halu Oleo
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 90.000.000,00



Mengetahui,
Dekan FMIPA UHO

(Dr. Muh. Zamrun F., S.Si., M.Sc.)
NIP/NIK 197204221998031001

Kendari, 30 - 11 - 2015
Ketua,

(Dr. NURHAYANI H MUHIDIN M.Si.)
NIP/NIK 196712311993032004

Menyetujui,
Ketua LPPM UHO

(Dr. Ir. H. R. Marsuki Iswandi, M.Si)
NIP/NIK 196511281991031005

RINGKASAN

Penelitian yang telah dilakukan pada Tahun I diperoleh 5 isolat kapang dan 18 isolat bakteri asam laktat (BAL) dari “Wikau Maombo” yang terfermentasi secara tradisional. Tiga isolat kapang menunjukkan karakter kapang *Rhizopus* dan satu diantaranya yaitu isolat FT3.4 memperlihatkan aktivitas amilolitik tertinggi yang akan dikembangkan untuk formulasi inokulum campuran. Ada empat isolat BAL yang memperlihatkan aktivitas amilolitik dan terpilih isolat bakteri C untuk dikembangkan menjadi inokulum campuran. Kandungan protein umbi ubi kayu yang tertinggi dihasilkan pada perlakuan inokulum campuran 50 % *Rhizopus* sp. dan 50 % BAL yaitu 13,41%. Formulasi campuran inokulum mikroorganisme inilah yang terpilih untuk dikembangkan sebagai serbuk inokulum pada penelitian tahun kedua.

Penelitian Tahun II ditujukan pada pengembangan inokulum campuran mikroorganisme lokal dalam bentuk serbuk siap pakai yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri untuk produksi makanan fermentasi berbahan dasar umbi ubi kayu mentah. Tujuan khusus penelitian adalah: 1) Mendapatkan produk serbuk inokulum campuran kapang *Rhizopus* sp. dan bakteri asam laktat (BAL) dengan viabilitas mikroba terbaik, 2) Mengetahui pengaruh berbagai variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL dengan variasi lama fermentasi terhadap kandungan protein, pati, glukosa, asam laktat dan HCN umbi ubi kayu setelah fermentasi, 3) Mengetahui kualitas kimia, fisik, dan biologi dari produk inokulum serbuk kultur campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL dan produk fermentasi umbi ubi kayu dengan kandungan protein tertinggi. Penelitian bersifat eksploratif menggunakan metode eksperimental dengan teknik fermentasi substrat padat. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan statistik inferensial menggunakan program Software *SAS (Statistical Analysis System)*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa viabilitas jumlah sel kapang *Rhizopus* sp. dan BAL yang terbaik yaitu pada konsentrasi inokulum 10 % dengan waktu fermentasi dua hari yaitu $1,1 \times 10^7$ CFU/g dan $1,5 \times 10^7$ CFU/g. Konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar protein, penurunan kadar HCN, peningkatan kadar asam laktat, penurunan kadar pati dan peningkatan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit. Kadar protein hasil fermentasi umbi ubi kayu pahit paling tinggi pada konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi, yaitu 177,28 mg/g. Kadar HCN terendah pada konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi, yaitu 18,47 mg/g. Kadar asam laktat tertinggi terdapat pada semua perlakuan konsentrasi inokulum pada hari ke empat, enam dan delapan fermentasi, yaitu 0,04 %. Kadar pati terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi inokulum 15 % pada hari ke delapan fermentasi, yaitu 0,55 %. Kadar glukosa tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi inokulum 15 % pada hari ke dua fermentasi, yaitu 0,98 %. Kualitas kimia dan biologi produk inokulum serbuk kultur campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL amilolitik serta produk fermentasi umbi ubi kayu memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan. Kualitas fisik produk fermentasi umbi ubi kayu berdasarkan hasil uji organoleptik yaitu memiliki warna putih, aroma khas ubi, rasa tidak pahit dan tekstur agak kenyal.

Luaran pada tahun II adalah produk inokulum campuran mikroorganisme lokal yang dikemas dalam bentuk serbuk, publikasi dalam jurnal nasional terakreditasi, bahan ajar Mikrobiologi Industri dan draft deskripsi paten tentang proses pembuatan inokulum campuran mikroorganisme lokal untuk memperkaya kandungan nutrisi umbi ubi kayu, yang siap diusulkan untuk memperoleh paten (HKI).

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas berkah dan karuniaNya maka penelitian yang berjudul **Pengembangan Inokulum Kultur Campuran Mikroorganisme Lokal dari “Wikau Maombo” untuk Pengayaan Nutrisi Ubi Ubi Kayu Melalui Teknik Fermentasi Substrat Padat** dapat dilaksanakan. Penelitian ini dapat dilaksanakan atas bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih yang mendalam kepada :

1. Rektor Universitas Halu Oleo, Dekan FMIPA UHO dan ketua jurusan Biologi FMIPA yang telah memberikan kesempatan peneliti untuk melakukan penelitian.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Halu Oleo beserta stafnya, atas kesempatan untuk memperoleh dana Ditlitabmas Ditjen DIKTI melalui hibah penelitian Hibah Bersaing untuk pelaksanaan penelitian ini
3. Pimpinan dan staf Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, FMIPA UHO yang berkenan memberikan ijin pemakaian dan fasilitas laboratorium untuk pelaksanaan penelitian ini.

Penelitian ini merupakan upaya untuk menghasilkan produk berupa inokulum campuran kultur mikroorganisme lokal yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri pada fermentasi ubi ubi kayu mentah. Penelitian Tahun I telah menghasilkan teknologi pembuatan formula inokulum dari kultur campuran mikroorganisme lokal yang unggul meningkatkan kandungan nutrisi ubi ubi kayu, serta artikel untuk publikasi. Penelitian Tahun II telah menghasilkan produk inokulum campuran mikroorganisme lokal yang dikemas dalam bentuk serbuk. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat. Amiin...

Kendari, November 2015

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN PENGESAHAN	1
RINGKASAN	2
PRAKATA	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR TABEL	5
DAFTAR GAMBAR	7
BAB I PENDAHULUAN	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT	14
BAB IV METODE PENELITIAN	15
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	18
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Jumlah sel kapang <i>Rhizopus</i> sp. dan bakteri asam laktat (BAL) selama fermentasi ragi	17
2.	Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu	19
3.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein umbi ubi kayu pahit	20
4.	Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	20
5.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	21
6.	Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	22
7.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	23
8.	Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	23
9.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	24
10.	Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu	26
11.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit	26
12.	Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi inokulum terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu	27
13.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit	27
14.	Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit	29

Nomor	Teks	Halaman
15.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit	29
16.	Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	30
17.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	30
18.	Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	31
19.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	32
20.	Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	32
21.	Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit	33
22.	Penilaian panelis terhadap warna “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran	34
23.	Penilaian panelis terhadap aroma “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran	34
24.	Penilaian panelis terhadap rasa “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran	35
25.	Penilaian panelis terhadap tekstur “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bagan Alir Penelitian Pengembangan Inokulum Kultur Campuran Mikroorganisme Lokal untuk Pengayaan Nutrisi Umbi Ubi Kayu	14
2.	Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar protein umbi ubi kayu pahit selama fermentasi	18
3.	Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar HCN umbi ubi kayu pahit selama fermentasi	22
4.	Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit selama fermentasi	25
5.	Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar pati umbi ubi kayu pahit selama fermentasi	28
6.	Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar glukosa umbi ubi kayu pahit selama fermentasi	31

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melaksanakan penganekaragaman pangan menuju konsumsi pangan yang beragam, bergizi seimbang dan aman. Penganekaragaman pangan akan mempunyai nilai manfaat yang besar apabila mampu menggali, mengembangkan dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber-sumber pangan lokal yang ada. Dengan kondisi lahan pertanian yang semakin terbatas, diversifikasi pangan menjadi salah satu strategi mengatasi kekurangan pangan. Makanan-makanan pokok selain beras dapat dijadikan bahan pangan alternatif. Salah satu sumber pangan yang dapat dimanfaatkan dalam mendukung gerakan ini antara lain umbi-umbian, seperti ubi kayu. Menurut FAO (2005) dalam Sudarmonowati dkk., (2008), sebanyak 1 triliun orang akan mengalami malnutrisi pada tahun 2020. Oleh karena itu peningkatan nutrisi/vitamin ubi kayu melalui teknologi fermentasi merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah.

Umbi ubi kayu termasuk hasil pertanian yang mudah rusak, karena memiliki kandungan air yang cukup tinggi, terlebih lagi kalau cacat saat dipanen. Umbi ubi kayu jenis pahit memiliki kadar air 57,71 %, protein 1,2280 %, lemak 0,4 %, serat kasar 8,388 %, glukosa 0,9175 % dan hidrogen sianida (HCN) yaitu 209,3877 mg/kg umbi (Indradewi dkk., 2007). Kandungan karbohidrat sebesar 36,8 gram dari 100 gram umbi umbi ubi kayu, dengan nilai kalori 154 kal merupakan yang terbaik diantara umbi-umbi yang lain (Gardjito, 2004). Tingginya kandungan pati pada umbi ubi kayu ini memungkinkan untuk pertumbuhan jenis mikroorganisme yang memiliki daya amilolitik. Pati ubi kayu dapat dihidrolisis dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan enzim amilase. HCN akan dipecah menjadi metana dan amonia yang dapat digunakan sebagai sumber N bagi mikroorganisme, sehingga proses transaminasi dapat berlangsung dan akan dibentuk asam-asam amino baru.

Salah satu makanan khas Provinsi Sulawesi Tenggara berbasis ubi kayu terfermentasi adalah “Wikau Maombo”. “Wikau Maombo” merupakan makanan pokok sebagian besar masyarakat pedesaan terutama di kecamatan Mawasangka Kabupaten Buton. “Wikau Maombo” dibuat dari umbi ubi kayu pahit melalui fermentasi secara alami tanpa penambahan ragi. Proses fermentasi hanya melibatkan campuran mikroorganisme yang ada di lingkungan secara spontan dengan jumlah dan jenis yang

tidak diketahui dan kondisi lingkungan tidak terkontrol. Dengan cara ini maka produk “Wikau Maombo” sering tidak stabil. Kualitas dan kandungan nutrisi tergantung kondisi lingkungan selama proses fermentasi dan penyimpanan.

Penelitian yang pernah dilakukan pada “Wikau Maombo” menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terlibat selama proses fermentasi terdiri dari kelompok bakteri, kapang, dan khamir (Hasirun, 2005; Indradewi, dkk, 2007; Nurhayani, 2010). Hasil fermentasi umbi ubi kayu menggunakan kultur tunggal mikroorganisme (Nurhayani dkk., 2013) menunjukkan bahwa isolat dari kelompok kapang yang teridentifikasi sebagai spesies *Rhizopus oryzae* dapat menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu pahit menjadi 16,4039 ppm dari kadar HCN 103,8352 ppm. Namun isolat ini menurunkan kadar protein menjadi 0,5923 % dari 0,6523 %. Salah satu bakteri yang teridentifikasi sebagai *Enterococcus casseliflavus*, termasuk ke dalam bakteri asam laktat (BAL), mampu menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu menjadi 18,0875 ppm dari kadar HCN 103,8352 ppm dan meningkatkan protein dari 0,6523 % menjadi 0,8448 % .

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa fermentasi umbi ubi kayu dengan inokulum kultur murni mikroorganisme tunggal belum mampu meningkatkan kandungan protein secara signifikan. Isolat-isolat mikroorganisme yang digunakan sebagai inokulum belum diketahui daya amilolitiknya dan belum diuji kemampuannya memfermentasi umbi ubi kayu dalam kultur campuran. Industri fermentasi tradisional yang telah maju, mulai menggunakan kultur mikroorganisme hasil penelitian untuk menunjang penjaminan mutu produk. Oleh karena itu, penelitian pada Tahun I telah dilakukan mengembangkan isolat dalam bentuk kultur campuran antara satu jenis kapang *Rhizopus* dan salah satu jenis bakteri Bakteri Asam Laktat (BAL) amilolitik. Sinergi antara kedua jenis mikroorganisme dalam memanfaatkan pati mentah, diharapkan dapat memperkaya kandungan nutrisi umbi ubi kayu. Hasil penelitian Tahun I menunjukkan bahwa kandungan protein umbi ubi kayu yang tertinggi dihasilkan pada perlakuan inokulum campuran 50 % *Rhizopus* sp. dan 50 % BAL yaitu 13,41%. Formulasi campuran inokulum mikroorganisme inilah yang terpilih untuk dikembangkan sebagai serbuk inokulum pada penelitian tahun kedua.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ubi Kayu (*Manihot* sp.)

Produksi ubi kayu Provinsi Sulawesi Tenggara tahun 2012 diperkirakan sebesar 254.412 ton umbi basah (BPS Provinsi Sulawesi Tenggara, 2012). Ubi kayu yang dibudidayakan oleh masyarakat ada dua jenis, yaitu jenis manis (*Manihot utilissima* Phol) dan jenis pahit atau jenis beracun (*Manihot aipi* Phol). Umbi ubi kayu dikategorikan beracun apabila kandungan HCN-nya melebihi 50 mg per kg umbi segar yang diparut. Ubi kayu jenis pahit merupakan ubi kayu yang berumur panjang, menghasilkan umbi yang banyak dan kandungan patinya tinggi (Anonim, 2008).

Umbi ubi kayu sangat kaya pati dan mengandung kalsium yang cukup (50 mg/100g), fosfor (40 mg/100g) dan vitamin C (25 mg/100g). Kadar amilum yang tinggi pada ubi kayu memungkinkan ubi kayu digunakan sebagai sumber karbohidrat. Kandungan karbohidrat sebesar 36,8 gram dari 100 gram umbi ubi kayu, dengan nilai kalori 154 kal merupakan yang terbaik diantara umbi-umbi yang lain. Kadar amilosa pada ubi kayu adalah sekitar 23 %. Menurut Indradewi, dkk. (2007), kandungan protein, lemak, serat kasar, glukosa dan HCN pada ubi kayu pahit, berturut-turut sekitar 1,2280 %, 0,4 %, 8,388 %, 0,9175 % dan 209,3877 mg/kg umbi.

2.3. Proses Fermentasi dan Jenis Mikroorganisme

Fermentasi adalah salah satu metode untuk mendetoksifikasi glukosida sianogenik dalam ubi kayu dan dapat meningkatkan nutrisi dan mutu organoleptik dari produk. Konsentrasi inokulum dan jenis mikroorganisme yang berperan sangat menentukan hasil akhir produk fermentasi, seperti kandungan gizi, tekstur, flavor dan aroma. Fermentasi dapat dilakukan menggunakan kultur murni ataupun alami serta dengan kultur tunggal ataupun kultur campuran. Kultur murni adalah mikroorganisme yang akan digunakan dalam fermentasi dengan sifat dan karakteristik yang diketahui dengan pasti sehingga produk yang dihasilkan memiliki stabilitas kualitas yang jelas (McNeil and Harvey, 1990; Sahlin, 1999; Odoemelum, 2005; Hidayat, 2007).

Secara tradisional pada beberapa produk fermentasi, selain diambil produk metabolitnya juga telah dikonsumsi atau dimanfaatkan oleh manusia bersama-sama dengan substratnya yang disebut biomassa mikroba. Contoh produk-produk tersebut adalah garri, growol, kecap, tauco, tempe, termasuk “Wikau Maombo”. Para petani di

Kabupaten Buton mengolah ubi kayu varietas pahit dengan cara tradisional melalui fermentasi, yang dikenal dengan nama “Wikau Maombo”. Kandungan HCN ‘Wikau Maombo’ hasil fermentasi alami selama 4 hari yaitu 62,8163 mg/kg, lemak 0,4 %, serat kasar 2,721 %, glukosa 0,6410 % dan kandungan protein meningkat menjadi 3,4457 % (Indradewi dkk., 2007).

Fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kadar HCN pada kulit umbi ubi kayu dan kadar HCN pada tepung “garri” yang diproduksi dari umbi ubi kayu tumbuk (Odoemelan, 2005; Nurhayani dkk, 2001; Nurhayani, 2002; Oboh, 2006; Roger *et al.*, 2007). Kandungan sianida umbi ubi kayu mengalami penurunan lebih dari 70 % selama fermentasi menjadi ”bikedi” oleh aktivitas linamarase yang dihasilkan bakteri, melalui hidrolisis glukosida sianogenik. Kandungan sianida dalam umbi ubi kayu menurun drastis selama fermentasi dari 414 ppm menjadi 93 ppm. Bakteri asam laktat tertentu yang hadir di lingkungan fermentasi tahan pada konsentrasi sianida antara 200 dan 800 ppm (Kobawila, *et al.*, 2005). “Garri”, makanan populer di Nigeria dibuat dari umbi ubi kayu yang difermentasi mengalami penurunan kadar HCN selama fermentasi 6 – 72 jam dari 32,2 µg/g menjadi 0,8-3,8 µg/g (Odoemelan, 2005).

Industri fermentasi tradisional yang telah maju, mulai menggunakan kultur mikroorganisme hasil penelitian untuk menunjang penjaminan mutu produk. Mikroorganisme unggul dapat diperoleh dengan isolasi sendiri dari mikroorganisme alam lalu diikuti dengan screening. Industri fermentasi harus menggunakan jenis mikroorganisme yang unggul. Kelompok mikroorganisme yang umumnya terlibat dalam proses fermentasi bahan pangan adalah bakteri, kapang dan khamir (Buckle *et al.*, 1985; Hidayat, 2007; Sahlin, 1999).

2.3.1. Kapang *Rhizopus*

Karakteristik kapang genus *Rhizopus* yaitu koloninya tumbuh sangat cepat dan kasar serta tersebar. Koloni *Rhizopus* berwarna putih atau abu-abu, sporangium berwarna hitam atau gelap dan berisi spora pucat, mempunyai kolumela yang besar. Miselium muda mempunyai sekat, hifa berkembang menjadi tiga tipe, yaitu rhizoid bercabang menembus substrat, stolon menyamping pada permukaan substrat dan sporangiofor yang tumbuh ke arah atas (Malloch, 1981; Koneman, dkk., 1987).

Beberapa fungi dan bakteri yang diisolasi dari ubi kayu terfermentasi dapat melepaskan HCN dari linamarin dalam waktu 72 jam. *Bacillus* sp. menurunkan linamarin 1 % dari konsentrasi awal, *Mucor racemosus* sebesar 7 %, *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus stolonifer* sampai 30 %, tetapi *Neurospora sitophila* dan *Geotrichum candidum* tidak dapat mendegradasi linamarin (Essers, 2004). Proses fermentasi menggunakan kapang *Rhizopus oryzae*, dapat menghilangkan kadar sianida (HCN) ubi kayu pahit sebesar 18 – 100 persen serta meningkatkan kadar protein antara 0,5 – 2 kali tergantung varietas singkong. Fermentasi substrat padat dari tepung umbi ubi kayu menggunakan *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae* secara signifikan meningkatkan kandungan protein dan lemak (Obloh dan Oladunmoye, 2007).

2.3.2. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Karakteristik bakteri asam laktat yaitu ukuran koloni kecil, bersifat Gram-positif, tidak membentuk spora, katalase-negatif. Bakteri asam laktat (BAL) meliputi *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* dan *Leuconostoc* (Holt *et al.*, 1994; Ampe *et al.*, 1999; Chelule, *et al.*, 2010). Keuntungan fermentasi oleh bakteri asam laktat pada bahan pangan, antara lain : membantu mengawetkan makanan. *Lactobacillus acidophilus* pada makanan fermentasi memberikan efek antikolesterolemik dan anticancerogenik, meningkatkan penyerapan mikronutrisi, khususnya besi dan zink, kandungan protein, vitamin dan mineral pada makanan, dan mengurangi toksin (sianida) yang secara alami terdapat pada ubi kayu, terutama ubi kayu varietas pahit (Sahlin, 1999).

Aktivitas bakteri asam laktat pada fermentasi bahan berpati berperan terhadap perubahan karakteristik produk untuk memproduksi asam laktat, enzim spesifik, dan senyawa aromatik (Reddy *et al.*, 2008; Petrov *et al.*, 2008; 1999; Marcon *et al.*, 2006 dalam Putri, dkk., 2012). Bakteri asam laktat dapat menghasilkan amilase ekstraseluler dan memfermentasi pati secara langsung menjadi asam laktat. Fermentasi dengan BAL amilolitik akan menggabungkan dua proses yaitu hidrolisis enzimatis substrat pati sekaligus fermentasi yang memanfaatkan gula yang dihasilkan menjadi asam laktat.

Menurut Kobawila *et al.*, (2005) bahwa populasi mikroorganisme selama fermentasi umbi ubi kayu menjadi 'bikedi' terdiri dari kelompok bakteri, yaitu:

Lactobacillus, Lactococcus, dan Leuconostoc, khamir, yaitu *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida*, dan kapang. Fermentasi 'foo-foo' melibatkan bakteri asam laktat dan *Candida* sp. (Noordia, 2005; Odoemelam, 2005; Roger *et al.*, 2007). Kulit umbi ubi kayu yang difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan 2 bakteri yaitu : *Lactobacillus delbruckii* dan *L. coryneformis* mengalami peningkatan protein menjadi 21,5 %, penurunan sianida menjadi 6,2 % dari 44,6 %, dan penurunan phytate menjadi 705,1 mg/100 g dari 1043,56 mg/100 g (Oboh, 2006).

2.4. Penelitian mengenai fermentasi umbi ubi kayu menggunakan mikroorganismes Lokal yang telah di laksanakan

Penelitian yang telah dilakukan pada "Wikau Maombo" menunjukkan bahwa mikroorganismes yang terlibat selama proses fermentasi terdiri dari kelompok bakteri, kapang, dan khamir (Hasirun, 2005; Indradewi, dkk, 2007; Nurhayani, 2010). Hasil fermentasi umbi ubi kayu menggunakan kultur tunggal mikroorganismes (Nurhayani, 2011) menunjukkan bahwa isolat dari kelompok kapang yang teridentifikasi sebagai spesies *Rhizopus oryzae* dapat menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu pahit menjadi 16,4039 ppm dari kadar HCN 103,8352 ppm. Namun isolat ini menurunkan kadar protein menjadi 0,5923 % dari 0,6523 %. Salah satu bakteri yang teridentifikasi sebagai *Enterococcus casseliflavus*, termasuk ke dalam bakteri asam laktat (BAL), mampu menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu menjadi 18,0875 ppm dari kadar HCN 103,8352 ppm dan meningkatkan protein dari 0,6523 % menjadi 0,8448 % .

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan secara umum bertujuan untuk mendapatkan inokulum campuran mikroorganisme lokal dalam bentuk serbuk siap pakai yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri untuk produksi makanan fermentasi berbahan dasar umbi ubi kayu mentah, dengan tujuan khusus:

- 1) Mendapatkan produk serbuk inokulum campuran kapang *Rhizopus* sp. dan bakteri asam laktat (BAL) dengan viabilitas mikroba terbaik.
- 2) Mengetahui pengaruh berbagai variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL dengan variasi lama fermentasi terhadap kandungan protein, pati, glukosa, asam laktat dan HCN umbi ubi kayu setelah fermentasi.
- 3) Mengetahui kualitas kimia, fisik, dan biologi dari produk inokulum serbuk kultur campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL dan produk fermentasi umbi ubi kayu dengan kandungan protein tertinggi.

3.2. Manfaat Penelitian

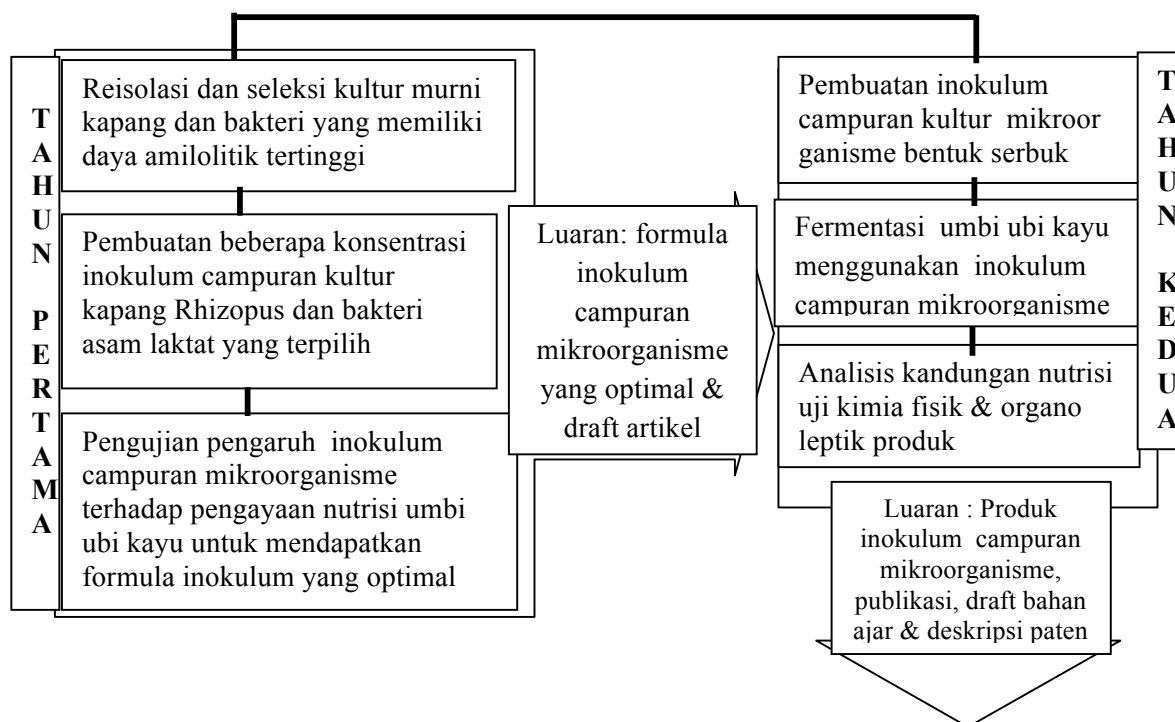
Penelitian ini diharapkan akan bermanfaat dalam:

- 1) Pengembangan inokulum campuran *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) amilolitik lokal yang dapat diaplikasikan pada fermentasi pati mentah umbi ubi kayu.
- 2) Pengembangan formula kultur campuran mikroorganisme lokal menjadi inokulum bentuk ragi siap pakai yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri.
- 3) Pengembangan produksi makanan fermentasi dari umbi ubi kayu oleh mikroorganisme indigenus dengan kualitas dan kuantitas nutrisi yang tinggi dan aman bagi kesehatan.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif menggunakan metode eksperimental dengan teknik fermentasi substrat padat. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian Pengembangan Inokulum Kultur Campuran Mikroorganisme Lokal untuk Pengayaan Nutrisi Umbi Ubi Kayu

4.2. Lokasi Penelitian

Penelitian yang meliputi pembuatan inokulum serbuk inokulum campuran mikroorganisme lokal hasil penelitian Tahun I dan fermentasi substrat padat umbi ubi kayu skala laboratorium akan dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Haluoleo. Analisis kimia kandungan nutrisi produk fermentasi umbi ubi kayu akan dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Halu Oleo. Uji kualitas kimia, fisik dan biologi dari produk inokulum serbuk serta produk fermentasi

dilakukan di Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Provinsi Sulawesi Tenggara. Bahan baku umbi ubi kayu untuk aplikasi inokulum campuran mikroorganisme diperoleh dari Kecamatan Mawasangka Kabupaten Buton Provinsi Sulawesi Tenggara.

4.3. Prosedur Penelitian Tahun Kedua

4.3.1. Pembuatan Inokulum Serbuk dari Kultur Campuran Mikroorganisme lokal Hasil Penelitian Tahun I

Pembuatan inokulum (ragi) dari kultur campuran mikroorganisme berdasarkan formulasi yang terpilih pada penelitian Tahun I. Inokulum dibuat dengan bahan baku tepung beras mengacu pada pembuatan ragi tape yang dimodifikasi. Sebanyak 1 Kg tepung beras dikeringkan dengan oven suhu 65°C lalu ditambah ekstrak rempah-rempah yang terdiri dari bawang putih, lada lengkuas dan jeruk nipis serta air matang sehingga terbentuk adonan. Adonan ditambahkan suspensi kultur murni kapang *Rhizopus* dan bakteri asam laktat sesuai formulasi yang terpilih dengan variasi konsentrasi sebanyak 5 %, 10 % dan 15 % lalu diinkubasi selama 4 hari pada suhu ruang dalam wadah tertutup. Selanjutnya dilakukan penghitungan jumlah sel hidup (viabilitas) *Rhizopus* sp. dan BAL dengan metode Standard Plate Count (SPC) pada setiap hari inkubasi untuk menentukan waktu fermentasi ragi yang tepat dengan viabilitas mikroba 10^6 - 10^8 cfu/mL. Adonan ragi dikeringkan dengan sinar matahari hingga membentuk serbuk kering. Serbuk ragi siap digunakan sebagai inokulum atau ragi pada fermentasi umbi ubi kayu mentah (Cappucino and Sherman, 1987 ; McNeil and Harvey, 1990 ; Suliantari dan Rahayu, 1990).

4.3.2. Fermentasi Substrat Padat Umbi Ubi Kayu oleh Inokulum Serbuk Campuran Mikroorganisme Lokal

Umbi ubi kayu kering hasil perendaman air garam 5 %, direndam dalam air dingin yang telah dididihkan selama 24 jam hingga konsistensi ubi kayu menjadi segar, lalu dipotong kecil-kecil, dan sebanyak 200 g dimasukkan ke sejumlah wadah steril sesuai perlakuan macam inokulum. Substrat disterilisasi dengan lampu UV 2 x 1 jam, lalu setiap substrat dalam wadah diinokulasi dengan variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran *Rhizopus* sp. dan BAL sebanyak 5 %, 10 %, 15%, lalu difermentasi pada suhu ruang dengan variasi lama fermentasi yaitu 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Selanjutnya dilakukan analisis kandungan nutrisi produk fermentasi umbi ubi kayu dari hasil semua variasi perlakuan.

4.3.3. Analisis Kimia Kandungan Nutrisi Umbi Ubi Kayu Hasil Fermentasi

Analisis komposisi kimia dari umbi ubi kayu hasil fermentasi inokulum campuran meliputi kadar protein yang ditentukan dengan metode Biuret (Sudarmadji, dkk.,1984). Kadar pati metode fenol (Dubois *et al.*, 1956) yang dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Kadar glukosa menggunakan "Kit Glukosa GOD 10" yang dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm. Kadar asam laktat menurut Cordenunsi *et al.*(2004) dalam Oboh (2006), serta kadar HCN dengan metode Argentometri yang dimodifikasi (Sudarmadji, dkk., 1984; AOAC, 1990; Onwuka, 2005 ; Odoemelum, 2005).

4.3.4. Uji Kimia, Fisik, Biologi dan Organoleptik Produk Inokulum dan Produk Fermentasi Umbi Ubi Kayu

Pengujian kimia, fisik, dan biologi untuk menjamin kualitas dan keamanan produk inokulum dan produk fermentasi umbi ubi kayu dilakukan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Provinsi Sulawesi Tenggara. Uji organoleptik menggunakan uji Hedonik dengan rentang skala numerik "5" untuk menilai sifat produk yang meliputi : aroma, warna, tekstur dan rasa. Uji ini menggunakan 20 orang panelis yang terdiri dari mahasiswa Biologi FMIPA Unhalu. Para panelis menilai produk yang disajikan sesuai lembar penilaian yang dibuat oleh penyaji (Rahayu, 1998; Sobawale, *et al.*, 2007).

4.3.5. Analisa Data

Hasil pengukuran kadar nutrisi dianalisis menggunakan software SAS (*Statistical Analysis System*) dilanjutkan dengan uji *Duncan* pada taraf kepercayaan 95% (Hanafiah, 1991).

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pembuatan Inokulum Serbuk dari Kultur Campuran Mikroorganisme lokal Hasil Penelitian Tahun I

Inokulum (ragi) dari kultur campuran mikroorganisme lokal dibuat berdasarkan formulasi yang terpilih pada penelitian Tahun I yaitu campuran 50 % kapang *Rhizopus* sp. dan 50 % Bakteri asam laktat (BAL). Jumlah sel hidup *Rhizopus* sp. dan BAL selama fermentasi ragi (Suliantari dan Rahayu, 1990) dihitung dengan metode Standard Plate Count (SPC) untuk menentukan waktu fermentasi ragi yang tepat dengan viabilitas mikroba 10^6 - 10^8 cfu/mL (Cappucino & Sherman, 1987 ; McNeil and Harvey, 1990). Hasil penghitungan jumlah sel mikroorganisme disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah sel kapang *Rhizopus* sp. dan bakteri asam laktat (BAL) selama fermentasi ragi

No.	Konsentrasi Inokulum	Jumlah sel Kapang <i>Rhizopus</i> sp. (CFU/g)				Jumlah sel BAL (CFU/g)			
		Hari ke-				Hari ke-			
		0	1	2	3	0	1	2	3
1	$K_0 (10^{-4})$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$K_0 (10^{-5})$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$K_0 (10^{-6})$	0	0	0	0	0	0	0	0
2	$K_1 (10^{-4})$	2	4	7	19	0	12	17	35
	$K_1 (10^{-5})$	0	2	2	9	0	11	19	23
	$K_1 (10^{-6})$	0	1	1	2	0	0	3	20
3	$K_2 (10^{-4})$	0	95	TBUD	TBUD	0	149	TBUD	TBUD
	$K_2 (10^{-5})$	0	30	114	TBUD	0	34	TBUD	TBUD
	$K_2 (10^{-6})$	0	1	1	2	0	7	15	41
4	$K_3 (10^{-4})$	6	TBUD	TBUD	TBUD	0	TBUD	TBUD	TBUD
	$K_3 (10^{-5})$	0	101	TBUD	TBUD	0	TBUD	TBUD	TBUD
	$K_3 (10^{-6})$	1	TBUD	TBUD	TBUD	0	217	TBUD	TBUD

Keterangan :

K0 = ragi tanpa pemberian inokulum

K1 = ragi dengan konsentrasi inokulum 5 %

K2 = ragi dengan konsentrasi inokulum 10 %

K3 = ragi dengan konsentrasi inokulum 15 %

Berdasarkan data tabel 1 diketahui bahwa baik kapang *Rhizopus* sp. maupun BAL pada semua perlakuan konsentrasi selama fermentasi ragi mengalami pertumbuhan dengan baik. Hal ini terlihat dari jumlah sel yang terus meningkat sejak fermentasi hari pertama hingga fermentasi hari ketiga. Jumlah sel kapang *Rhizopus* sp. dan BAL yang

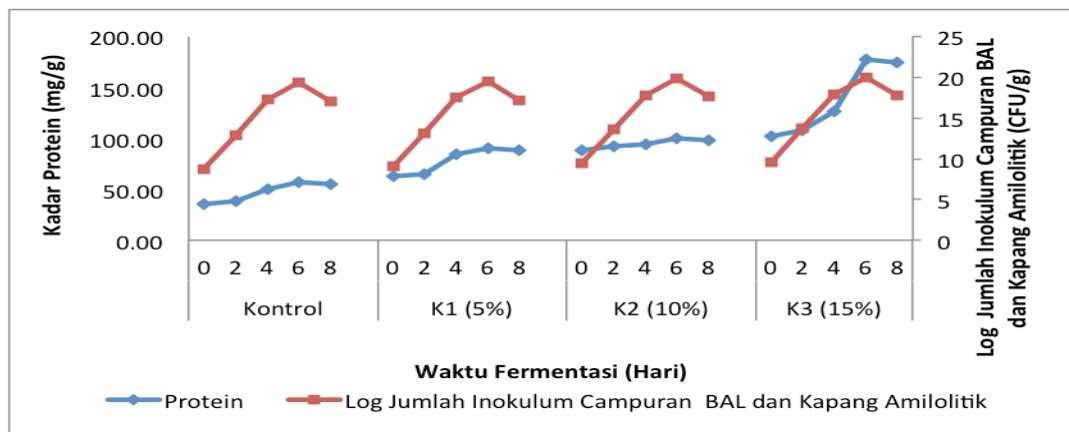
tepat terlihat pada konsentrasi inokulum 10 % dengan waktu fermentasi dua hari yaitu $1,1 \times 10^7$ CFU/g dan $1,5 \times 10^7$ CFU/g.

5.2. Analisis Kimia Kandungan Nutrisi Umbi Ubi Kayu Hasil Fermentasi Inokulum Campuran Mikroorganisme Lokal

Substrat umbi ubi kayu pahit dalam wadah diinokulasi dengan variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran *Rhizopus* sp. dan BAL sebanyak 5 %, 10 %, 15%, lalu difermentasi pada suhu ruang dengan variasi lama fermentasi yaitu 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan nutrisi produk fermentasi umbi ubi kayu dari hasil semua variasi perlakuan. Hasil analisis semua parameter kandungan nutrisi disertai dengan hasil perhitungan total inokulum campuran *Rhizopus* sp. dan BAL amilolitik diuraikan sebagai berikut :

a. Analisis Kadar Protein

Hasil analisis kandungan protein produk fermentasi umbi ubi kayu yang merupakan pengaruh dari variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran *Rhizopus* sp. dan BAL serta lama fermentasi disajikan pada Lampiran 2 . dan gambar 2.



Gambar 2. Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar protein umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar protein umbi ubi kayu pahit mengalami peningkatan selama fermentasi. Kadar protein paling optimum pada hari ke enam dengan pemberian konsentrasi inokulum sebanyak 15 % dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol. Hal ini diduga bahwa pada perlakuan pemberian konsentrasi inokulum 5% dan 10% jumlah substrat tidak sebanding dengan jumlah inokulum,

dimana jumlah inokulum yang kecil tidak efektif untuk menghidrolisis substrat yang tersedia, pada akhirnya enzim yang dihasilkan untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa, kemudian dikonversi menjadi protein juga sedikit. Menurut Sakidja (1989) dalam Yusuf (1996) bahwa selama substrat terdapat dalam jumlah yang cukup, kecepatan reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi enzim. Namun, kecepatan reaksi akan naik hanya sampai pada tingkat tertentu dan akhirnya laju reaksi menjadi tetap, bahkan akan menurun bila jumlah substrat sudah tidak mencukupi.

Peningkatan kadar protein sangat dipengaruhi oleh lama waktu fermentasi dan konsentrasi inokulum. Selama fermentasi akan menyebabkan pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik, sehingga terjadi peningkatan massa sel, pada akhirnya kadar protein pun ikut meningkat. Peningkatan kadar protein merupakan refleksi dari jumlah massa sel. Selama proses fermentasi mikroba akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroorganisme juga akan mensintesis protein yang merupakan proses *protein enrichment* yaitu pengkayaan protein bahan (Muhiddin, 2001).

Hasil analisis varians untuk pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu

Sumber Keragaman	Db	Jk	Kt	F Hit	F. Tabel		
					0,05	0,01	
Konsentrasi	3	64547.09	21515.70	8286.92	**	2.85	4.34
Hari	4	11641.38	2910.35	1120.94	**	2.62	3.86
K*H	12	7508.14	625.68	240.98	**	2.02	2.69
Galat	38	98.66	2.60				
Total	59	83797.85					
KK	1.80						

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui berbeda nyata atau tidaknya

pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit. Hasil uji lanjut Duncan untuk variabel konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi	Kadar Protein (mg/g) Umbi Ubi Kayu		Notasi
	Pahit		
K3	137.80		a
K2	94.91		b
K1	77.97		c
K0	46.97		d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan konsentrasi campuran BAL dan kapang amilolitik adalah berbeda nyata pada setiap perlakuannya. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk variabel waktu fermentasi terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Hari	Kadar Protein (mg/g) Umbi Ubi Kayu Pahit	Notasi
6	105.62	A
8	104.58	A
4	88.73	B
2	75.84	C
0	72.30	D

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, tidak berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil analisis untuk perlakuan waktu fermentasi berbeda nyata terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit, namun fermentasi hari ke delapan tidak berbeda nyata dengan hari ke enam fermentasi. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk interaksi pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi Inokulum	Waktu				
	0	2	4	6	8
K3	102,28 as	107,90 ar	126,53 aq	177,28 ap	175,00 ap
K2	88,77 bs	92,75 br	94,12 bq	100,60 bp	98,30 bp
K1	63,08 cs	64,71cr	84,07 cq	89,94 cp	88,05 cp
K0	35,06 ds	38,00 dr	50,20 dq	56,95 dp	54,65 dp

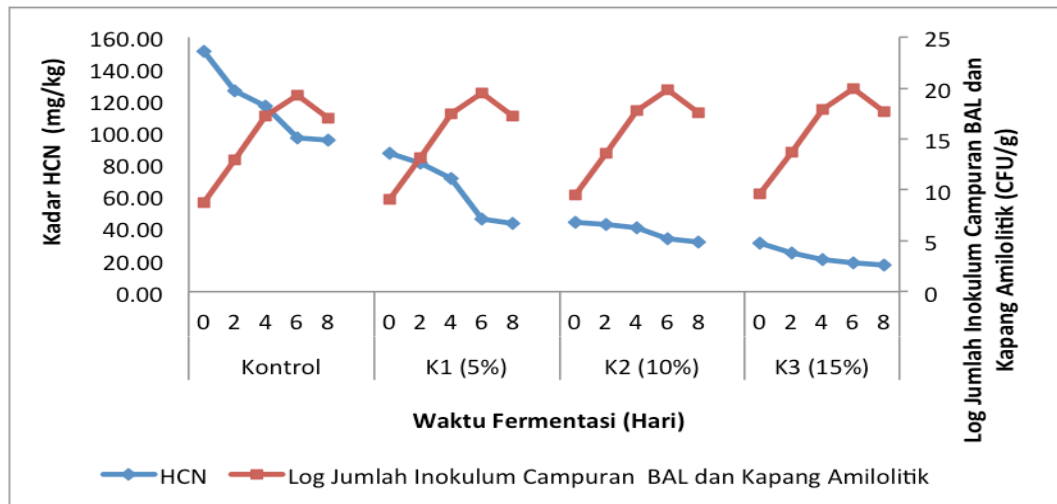
Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Tabel 5 menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein selama fermentasi dengan perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik masing-masing berbeda nyata. Kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu paling tinggi pada hari ke enam, sedangkan pada hari ke delapan terjadi penurunan kadar protein, namun tidak berbeda nyata dengan kadar protein pada hari ke enam. Hasil interaksi menunjukkan bahwa kadar protein paling tinggi yaitu sebesar 177,28 mg/g terjadi pada perlakuan pemberian konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi.

b. Analisis Kadar HCN

Pengukuran kadar HCN umbi umbi kayu pahit dilakukan dengan menggunakan metode argentometri. Hasil pengukuran kandungan HCN produk fermentasi yang merupakan pengaruh dari variasi konsentrasi inokulum serbuk campuran *Rhizopus* sp. dan BAL serta lama fermentasi disajikan pada Lampiran 3 . dan gambar 3.

Perubahan kadar HCN umbi ubi kayu pahit berhubungan dengan pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik, dimana BAL dan kapang amilolitik sangat berperan penting terhadap perubahan kadar HCN umbi ubi kayu pahit.



Gambar 3. Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar HCN umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

Hasil analisis varians untuk pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar HCN umbi ubi kayu pahit tercantum pada pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Sumber Keragaman	Db	Jk	Kt	F Hit		F. Tabel	
						0.05	0.01
Konsentrasi	3	78397.79	26132.60	6101.64	**	2.85	4.34
Hari	4	8549.58	2137.40	499.06	**	2.62	3.86
K*H	12	3476.19	289.68	67.64	**	2.02	2.69
Galat	38	162.75	4.28				
Total	59	90596.51					
KK		3.41					

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui berbeda nyata atau tidaknya pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik. Hasil uji lanjut Duncan untuk variabel konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar protein produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi Inokulum	Kadar HCN Umbi Ubi Kayu Pahit (mg/kg)	Notasi
K0	117.18	a
K1	65.47	b
K2	37.99	c
K3	22.00	d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan untuk perlakuan konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik adalah berbeda nyata terhadap kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk variabel waktu fermentasi terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Hari	Kadar HCN Umbi Ubi kayu Pahit (mg/kg)	Notasi
0	77.88	a
2	68.47	b
4	62.09	c
6	48.58	d
8	46.27	e

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan waktu fermentasi berbeda nyata terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk interaksi pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar HCN umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar HCN produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi Inokulum	Waktu				
	0	2	4	6	8
Kontrol	150,84 ap	126,47 aq	116,75 ar	96,84 as	95,00 as
K1	86,76 bp	81 bq	71,28 br	45,54 bs	42,77 bs
K2	43,67 cp	41,94 cq	39,96 cr	33,48 cs	30,89 cs
K3	30,24 dp	24,48 dq	20,38 dr	18,47 ds	16,42 ds

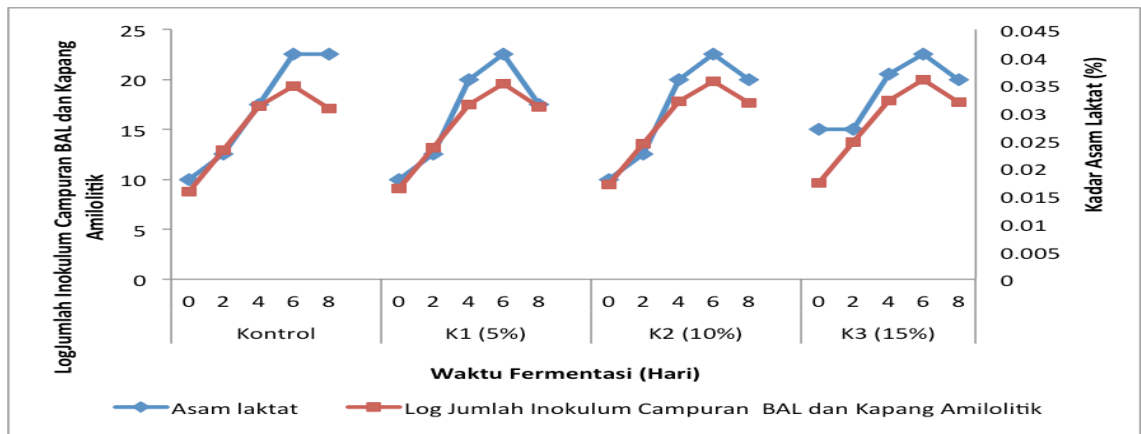
Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Tabel 9 menunjukkan bahwa penurunan kadar HCN selama fermentasi dengan perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik masing-masing berbeda nyata. Hasil interaksi menunjukkan bahwa kadar HCN terendah dengan perlakuan pemberian konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke delapan fermentasi, namun tidak berbeda nyata dengan kadar protein pada hari ke enam. Perlakuan pemberian konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi merupakan perlakuan paling efektif dalam menurunkan kadar HCN umbi ubi kayu pahit.

Pengolahan terhadap umbi ubi kayu dengan fermentasi melibatkan kapang merupakan salah satu metode yang dapat menurunkan kadar asam sianida, hifa-hifa pada kapang dapat menghasilkan enzim-enzim hidrolase ekstraseluler yang dapat menurunkan kadar asam sianida. Salah satu contoh adalah kapang *Aspergillus awamori* yang dapat memproduksi enzim nitrilase untuk menghidrolisis asam sianida menjadi ion amonia (Santos *et al.*, 2013).

c. Analisis Kadar Asam Laktat

Pengukuran kadar asam laktat produk fermentasi umbi umbi kayu pahit dilakukan dengan menggunakan metode titrasi. Data hasil pengukuran kadar asam laktat tercantum pada Lampiran 4 dan gambar 4.



Gambar 4. Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit baik pada kontrol maupun pada semua perlakuan pemberian ragi mengalami peningkatan selama fermentasi. Kadar asam laktat optimum terlihat pada hari ke enam pada semua pemberian konsentrasi inokulum. Peningkatan asam laktat mengikuti pola pertumbuhan mikroorganisme campuran.

Pembentukan asam laktat dengan proses fermentasi dapat dilakukan oleh mikroorganisme penghasil asam laktat, yaitu kapang dan bakteri. Bakteri memfermentasi asam laktat melalui jalur *Embden-Meyerhof-Parnas* (EMP) yang dilakukan oleh bakteri homofermentatif maupun jalur pentosa fosfat yang dilakukan oleh bakteri heterofermentatif (Wee *et al*, 2006). Bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi karbohidrat (Steinkraus, 2002 dan Williams and Dennis, 2011 *dalam* Oyedeji *et al.*(2013)

Hasil analisis varians untuk pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit tercantum pada pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hit		F. Tabel	
						0.05	0.01
KONSENTRASI	3	0.00022	0.00007	6.97000	**	2.85	4.34
HARI	4	0.00354	0.00089	84.86000	**	2.62	3.86
K*H	12	0.00026	0.00002	2.05000	*	2.02	2.69
galat	38	0.00040	0.00001				
total	59	0.00509					
KK	10.59305						

Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar asam laktat produk fermentasi umbi ubi kayu pahit, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui berbeda nyata atau tidaknya pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit. Hasil uji lanjut Duncan untuk variabel konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi	Kadar Asam Laktat	Notasi
K3	0.03333	a
K2	0.03067	b
K1	0.03000	bc
K0	0.02800	c

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan untuk perlakuan konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik 15 % (K3) adalah berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kadar asam laktat produk fermentasi umbi ubi kayu. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk variabel waktu fermentasi terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi inokulum terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu

Hari	Kadar Asam Laktat	Notasi
6	0.04000	a
4	0.03583	b
8	0.03333	b
2	0.02417	c
0	0.01917	d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan untuk perlakuan waktu fermentasi enam hari berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk interaksi pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar asam laktat umbi ubi kayu pahit

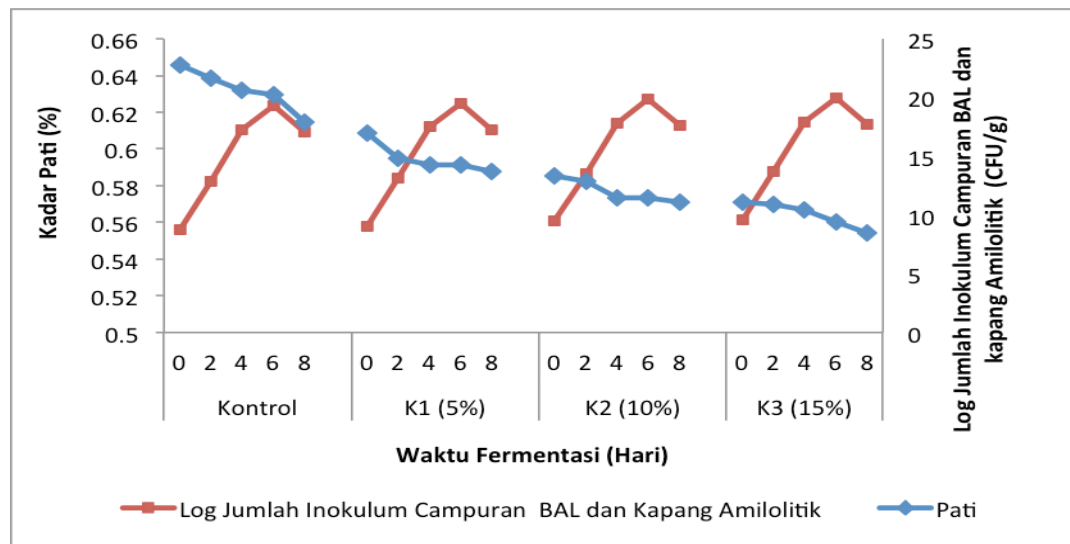
konsentrasi	waktu.....				
	0	2	4	6	8
k0	0.01667 bs	0.02333 ar	0.03333 bq	0.04 ap	0.02667 cq
k1	0.01667 bs	0.02330 ar	0.03667 aq	0.04 ap	0.03333 bq
k2	0.01667 bs	0.02333 ar	0.03667 aq	0.04 ap	0.03667 aq
k3	0.02667 as	0.02667 ar	0.03667 aq	0.04 ap	0.03667 aq

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Tabel 13 menunjukkan bahwa peningkatan kadar asam laktat selama fermentasi dengan perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik masing-masing berbeda nyata. Hasil interaksi menunjukkan bahwa kadar asam laktat tertinggi terdapat pada semua perlakuan pemberian konsentrasi inokulum pada hari ke enam fermentasi. Kadar asam laktat hasil fermentasi umbi ubi kayu pahit tertinggi terdapat pada semua perlakuan konsentrasi inokulum terjadi pada hari ke empat, enam dan delapan fermentasi, yaitu 0,04 %.

d. Analisis Kadar Pati dan Glukosa

Pengukuran kadar pati umbi umbi kayu pahit dilakukan dengan menggunakan metode Fenol. Data hasil pengukuran kadar pati tercantum pada Lampiran 5 dan gambar 5.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta kadar pati umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar pati umbi ubi kayu pahit baik pada kontrol maupun pada semua perlakuan pemberian ragi mengalami penurunan selama fermentasi. Kadar pati terendah terlihat pada hari ke delapan dengan pemberian konsentrasi inokulum 15 %. Penurunan kadar pati mengikuti pola pertumbuhan mikroorganisme campuran dan lama fermentasi.

Lamanya waktu fermentasi akan meningkatkan kemampuan enzim yang dihasilkan BAL dan kapang amilolitik untuk menghidrolisis pati. Selama proses fermentasi terjadi peningkatan pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik, enzim amilase yang dihasilkan oleh mikroorganisme ini dapat merombak pati pada umbi ubi kayu menjadi senyawa-senyawa sederhana sebagai sumber karbon untuk aktivitas dan pertumbuhannya. Enzim amilase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan di dalam sel dan dilepaskan ke dalam medium fermentasi untuk menghidrolisis makromolekul (pati) yang semula tidak larut menjadi larut, sehingga dapat diserap oleh sel (Muhiddin dan Munir, 2014; Zubaidah, 2012).

Tabel 14. Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hit		F.	
						Tabel	
						0.05	0.01
KONSENTRASI	3	0.03970	0.01323	2556.95000	**	2.85	4.34
HARI	4	0.00392	0.00098	189.19000	**	2.62	3.86
K*H	12	0.00102	0.00008	16.37000	**	2.02	2.69
galat	38	0.00020	0.00001				
total	59	0.04483					
KK		0.38450					

Tabel 14 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui berbeda nyata atau tidaknya pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit. Hasil uji lanjut Duncan untuk variabel konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit

Konsentrasi	Kadar Pati	Notasi
K0	0.6320	a
K1	0.5947	b
K2	0.5760	c
K3	0.5640	d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik adalah berbeda nyata terhadap kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk variabel waktu fermentasi terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi inokulum terhadap perubahan kadar pati umbi ubi kayu pahit

Hari	Kadar Pati	Notasi
0	0.6050	a
2	0.5950	b
4	0.5900	c
6	0.5875	d
8	0.5808	e

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan waktu fermentasi berbeda nyata terhadap perubahan kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu pahit. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk interaksi pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 17.

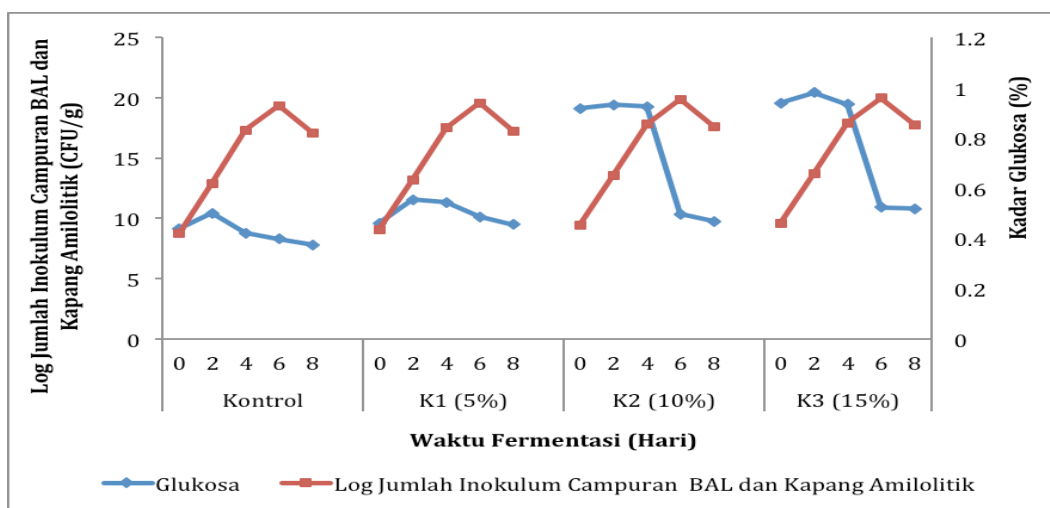
Tabel 17. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar pati produk fermentasi umbi ubi kayu

konsentrasi	waktu.....				
	0	2	4	6	8
k0	0.65 ap	0.6367 aq	0.63 ar	0.63 ar	0.6133 as
k1	0.61 bp	0.5933 bq	0.59 bq	0.59 bq	0.59 bq
k2	0.59 cp	0.58 cq	0.57 cr	0.57 cr	0.57 cr
k3	0.57 dp	0.57 dp	0.57 dp	0.56 dq	0.55 dr

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Tabel 17 menunjukkan bahwa penurunan kadar pati selama fermentasi dengan perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik masing-masing berbeda nyata terhadap kadar pati. Hasil interaksi menunjukkan bahwa kadar pati terendah dengan perlakuan pemberian konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke delapan fermentasi yaitu 0,55 %.

Selanjutnya data hasil pengukuran kadar glukosa tercantum pada Lampiran 6 dan gambar 6.



Gambar 6. Kurva pertumbuhan BAL dan kapang amilolitik serta Kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar glukosa umbi ubi kayu pahit mengalami peningkatan selama fermentasi. Kadar glukosa paling optimum pada hari ke dua dengan pemberian konsentrasi inokulum sebanyak 15 %.

Selama proses fermentasi BAL dan kapang amilolitik akan menghasilkan enzim amilase yang akan memecah pati menjadi glukosa. Glukosa yang dihasilkan dari hasil katabolisme pati oleh enzim amilase selanjutnya akan digunakan sebagai bahan dasar untuk sintesis protein. Menurut Varalakshmi *et al.* (2008), amilase bekerja menghidrolisis pati menjadi glukosa yang merupakan sumber dari asam piruvat yang berperan sebagai komponen utama untuk pembentukan asam amino.

Tabel 18. Hasil analisis varians pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap perubahan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hit	F. Tabel	F.	
						0.05	0.01
KONSENTRASI	3	1.40070	0.46690	45492.80	**	2.85	4.34
HARI	4	0.89141	0.22285	21713.80	**	2.62	3.86
K*H galat	12	0.53066	0.04422	4308.78	**	2.02	2.69
total	38	0.00039	0.00001				
total	59	2.82337					
KK		0.52					

Tabel 18 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh sangat nyata

terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui berbeda nyata atau tidaknya pengaruh pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit. Hasil uji lanjut Duncan untuk variabel konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 19

Tabel 19. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu

Konsentrasi	Kadar Glucosa	Notasi
K3	0.7793	a
K2	0.7480	b
K1	0.5000	c
K0	0.4267	d

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan konsentrasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik adalah berbeda nyata terhadap kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk variabel waktu fermentasi terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil uji Duncan pengaruh waktu fermentasi inokulum terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu

Hari	Kadar Glucosa	Notasi
2	0.7408	a
4	0.7050	b
0	0.6900	c
6	0.4767	d
8	0.4550	e

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Hasil uji Duncan untuk perlakuan waktu fermentasi berbeda nyata terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit. Selanjutnya, hasil uji lanjut Duncan untuk interaksi pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran

BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu pahit tercantum pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil uji Duncan pengaruh konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik terhadap perubahan kadar glukosa umbi ubi kayu

konsentrasi	waktu.....				
	0	2	4	6	8
k0	0.44 dq	0.5 dp	0.42 dr	0.4 ds	0.37 dt
k1	0.46 cq	0.55 cp	0.54 cr	0.48 cs	0.45 ct
k2	0.92 bq	0.93 bp	0.92 br	0.49 bs	0.47 bt
k3	0.94 aq	0.98 ap	0.93 ar	0.52 as	0.52 as

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji Duncan α 0,05

Tabel 21 menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berbeda nyata terhadap peningkatan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu. Hasil interaksi menunjukkan bahwa kadar glukosa tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke dua fermentasi yaitu 0,98 %.

5.3. Uji Kimia Fisik dan Organoleptik Produk Inokulum dan Produk Fermentasi Umbi Ubi Kayu

Pengujian kimia dan biologi untuk menjamin kualitas dan keamanan produk inokulum dan produk fermentasi umbi ubi kayu dilakukan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Provinsi Sulawesi Tenggara. Hasil pengujian BPOM menunjukkan bahwa produk inokulum dan produk fermentasi umbi ubi kayu memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan. Uji organoleptik menggunakan uji Hedonik dengan rentang skala numerik “5” untuk menilai sifat produk meliputi : warna, aroma, rasa dan tekstur. Uji ini menggunakan 20 orang panelis yang terdiri dari mahasiswa Biologi FMIPA UHO. Para panelis menilai produk yang disajikan sesuai lembar penilaian yang dibuat oleh penyaji (Rahayu, 1998; Sobawale, *et al.*, 2007). Hasil penilaian panelis disajikan pada tabel berikut :

Tabel 22. Penilaian panelis terhadap warna “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran

No.	Parameter	Penilaian Panelis			
		WT		WL	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Kuning kecoklatan	-	-	-	-
2	Agak kuning	12	60	-	-
3	Krem	8	40	3	15
4	Kurang putih	-	-	6	30
5	Putih	-	-	11	55

Keterangan:

WT = Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional

WL = Wikau Maombo hasil pengembangan inokulum campuran

Berdasarkan hasil penilaian panelis terhadap warna Tabel 22 , persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi inokulum campuran BAL dan Rhizopus (WL) yaitu 55 % memilih warna putih. Sedangkan persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional (WT) 60 % memilih warna agak kuning.

Tabel 23. Penilaian panelis terhadap aroma “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran

No.	Parameter	Penilaian Panelis			
		WT		WL	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Sedap	-	-	1	5
2	Agak sedap	3	15	2	10
3	Khas ubi	15	75	17	85
4	Kurang sedap	2	10	-	-
5	Tidak sedap	-	-	-	-

Keterangan:

WT = Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional

WL = Wikau Maombo hasil pengembangan inokulum campuran

Berdasarkan hasil penilaian panelis terhadap aroma Tabel 23 , persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi inokulum campuran BAL dan Rhizopus (WL) yaitu 85 % memilih aroma khas ubi. Persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional (WT), 75 % panelis memilih aroma khas ubi.

Tabel 24. Penilaian panelis terhadap rasa “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran

No.	Parameter	Penilaian Panelis			
		WT		WL	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Sangat pahit	-	-	-	-
2	Agak pahit	-	-	-	-
3	Pahit	-	-	-	-
4	Kurang pahit/sedikit asam	15	75	-	-
5	Tidak pahit	5	25	20	100

Keterangan:

WT = Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional

WL = Wikau Maombo hasil pengembangan inokulum campuran

Berdasarkan hasil penilaian panelis terhadap rasa Tabel 24 , persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi inokulum campuran BAL dan *Rhizopus* (WL) yaitu 100 % memilih tidak pahit. Sedangkan persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional (WT), 75 % memilih kurang pahit dan sedikit asam.

Tabel 25. Penilaian panelis terhadap tekstur “Wikau Maombo” tradisional dan hasil fermentasi umbi ubi kayu oleh inokulum campuran

No.	Parameter	Penilaian Panelis			
		WT		WL	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Sangat kenyal	-	-	5	25
2	Agak kenyal	18	90	15	17
3	Kenyal	2	10	-	-
4	Kurang kenyal	-	-	-	-
5	Tidak kenyal	-	-	-	-

Keterangan:

WT = Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional

WL = Wikau Maombo hasil pengembangan inokulum campuran

Berdasarkan hasil penilaian panelis terhadap tekstur Tabel 25, persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi inokulum campuran BAL dan *Rhizopus* (WL) 75 % memilih tekstur agak kenyal. Persentase penilaian untuk Wikau Maombo hasil fermentasi tradisional (WT), 90 % panelis memilih tekstur agak kenyal.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Viabilitas jumlah sel kapang *Rhizopus* sp. dan BAL yang tepat yaitu pada konsentrasi inokulum 10 % dengan waktu fermentasi dua hari yaitu $1,1 \times 10^7$ CFU/g dan $1,5 \times 10^7$ CFU/g.
2. Konsentrasi dan waktu fermentasi inokulum campuran BAL dan kapang amilolitik berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar protein, penurunan kadar HCN, peningkatan kadar asam laktat, penurunan kadar pati dan peningkatan kadar glukosa produk fermentasi umbi ubi kayu pahit.
3. Kadar protein hasil fermentasi umbi ubi kayu pahit paling tinggi pada konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi, yaitu 177,28 mg/g. Kadar HCN terendah terdapat pada konsentrasi inokulum K3 (15%) pada hari ke enam fermentasi, yaitu 18,47 mg/g. Kadar asam laktat tertinggi terdapat pada semua perlakuan konsentrasi inokulum pada hari ke empat, enam dan delapan fermentasi, yaitu 0,04 %. Kadar pati terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi inokulum 15 % pada hari ke delapan fermentasi, yaitu 0.55 %. Kadar glukosa tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi inokulum 15 % pada hari ke dua fermentasi, yaitu 0.98 %.
4. Kualitas kimia dan biologi produk inokulum serbuk kultur campuran kapang *Rhizopus* sp. dan BAL serta produk fermentasi umbi ubi kayu memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan.
5. Kualitas fisik produk fermentasi umbi ubi kayu berdasarkan hasil uji organoleptik yaitu memiliki warna putih, aroma khas ubi, rasa tidak pahit dan tekstur agak kenyal.

B. Saran

1. Perlu penelitian lanjut pengembangan inokulum campuran antara bakteri asam laktat (BAL), kapang *Rhizopus* dan khamir amilolitik
2. Perlu penelitian pengembangan produk fermentasi umbi ubi kayu sebagai alternatif pengganti beras dan tepung gandum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ampe, F., N.B. Omar, C. Moizan, C. Wachter and J. P. Guyot. 1999. Polyphasic Study of the Spatial Distribution of Microorganisms in Mexican Pozol, a Fermented Maize Dough, Demonstrates the Need for Cultivation-Independent Methods To Investigate Traditional Fermentations. *Appl Environ Microbiol.* Vol. 65. No.12: 5464–5473.
- Ampe, F. 2000. Design and Evaluation of *Lactobacillus manihotivorans* Species-Specific rRNA-Targeted Hybridization Probe and Its Application to the Study of Sour Cassava Fermentation. *Applied and Env. Microbiology*, Vol. 66, No 5
- Amri, E. 2004. Aktivitas Amilase dan Protease yang Dihasilkan oleh Isolat Aktinomisetes. Skripsi Sarjana FMIPA IPB Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Anonim. 2008. *Cassava*. Wikipedia, the free Encyclopedia. <http://en.Wikipedia.org/wiki/cassava>
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. *Agricultural Chemicals, Contaminant, Drugs.*, Vol 1., Association of Official Analytical chemists., Washington D.C.
- BPS Provinsi Sulawesi Tenggara, 2012. Produksi Padi dan Palawija. *Berita Resmi Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara*, No. 01/11/74/Th.II, 01 November 2012.
- Buchanan, R.E. and N.E Gibbons. 1975. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Eighth Edition. The Williams & Wilkins Company. U.S.A.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. Penerjemah : Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta.
- Cappucino, J.C and N. Sherman. 1987. *Microbiology : Laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company.
- Essers, A.J.A., M. H. J. Bennik and M. J. R. Nout. 2004. Mechanisms of Increased linamarin During Solid-substrate Fermentation of Cassava. *World J. of Microbiology and Biotechnology*. Vol. 11, No. 3. P 266-270.
- Gardjito, M. 2004. *Kalori Singkong Terbaik*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ghofar, A., S. Ogawa and T. Kokugan. 2005. Production of L-Lactic Acid from Fresh Cassava Roots Slurried With Tofu Liquid Waste by *Streptococcus bovis*, *J. of Bioscience and Bioengineering*
- Guyot, J.P., M. A. Brizuela, R. Rodriguez Sanoga and J. Morton-Guyot. 2003. Characterization and Differentiation of *Lactobacillus manihotivorans* Strains Isolated from Cassava Sour Starch. *International Journal of Food Microbiology*. (Abstract). Vol. 87, Issue 1-2
- Hasirun, M. 2005. *Karakteristik Mikroorganisme "Wikau Maombo" (Makanan Fermentasi Tradisional Kabupaten Buton)*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. FMIPA, Unhalu. Kendari.
- Hidayat, N. 2007. *Fermentasi*. <http://ptp.2007.word.press.com/>
- Hillocks, J. R., J. M. Thresh, and A.C. Bellotti. 2002. Cassava : Biology, Production and Utilization. http://www.ciat.cgiar.org/downloads/pdf/cabi_17ch14.pdf

- Holt, J.G., N. R. Kreig, P.H. A. Sneath, J. T. Staley, and S. T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. The Williams & Wilkins Company. Tokyo.
- Ihedioha, J. I. 2002. The Clinicopathologic Significance of Enriching Grated Cassava Mash with Red Palm Oil in The Production Gari. *Plant Foods for Human Nutrition*. Vol.57 ; 215-305.
- Indradewi, F., Nur Arfa Yanti dan Nurhayani H.M.. 2007. Komposisi Kimia dan Mikroorganisme "Wikau Maombo". Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda-Dikti Tahun Anggaran 2006-2007.
- Kobawila, S.C., D. Louembe, S. Keleke, J. Hounhouigan, and C. Gamba. 2005. Reduction of the Cyanide Content During Fermentation of Cassava Roots and Leaves to Produce Bikeli and Ntoba Mbodi, Two Food from Congo. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 4, No. 7, pp. 689-696.
- Kusnadi, Saefuddin dan A. Efrianti. 2009. Keanekaragaman Jamur Selulolitik dan Amilolitik Pengurai Sampah Organik dari Berbagai Substrat. Makalah PBI, Malang.
- Kumar, R. And S. Shivakumar. 2014. Production of L-Lactic Acid from Starch and Food Waste by Amylolytic *Rhizopus oryzae* MTCC. *International Journal of ChemTech Research*. Vol.6, No.1: 527-537
- Lingga, P. 1992. *Bertanam Ubi-ubian*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Malloch, D. 1981. *Moulds : Their Isolation, Cultivation and Identification*. University of Toronto Press. London.
- McNeil, B. and L. M. Harvey. 1990. *Fermentation : A Practical Approach*. Oxford University Press, New York.
- Muhiddin, N.H., N. Juli dan I. N. P. Aryantha., 2001. Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Matematika dan Sains*, 6, hlm 1-12. <http://www.fmipa.itb.ac.id/jms/file>.
- Muhiddin, N.H. 2002. Perubahan Kandungan Nutrisi Kulit Umbi Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi Beberapa Macam Ragi. *Paradigma*, 6, hl 37-44.
- Muhiddin, N. H. 2011. Komposisi Mikroorganisme pada Fermentasi Umbi Ubi Kayu Pahit menjadi "Wikau Maombo". *Bionature*. Vol. 12, No. 1: 7-14.
- Muhiddin, N. H., M. N. Djide dan S. As'ad. 2013. Kandungan Protein dan HCN "Wikau Maombo" Hasil Fermentasi Umbi Ubi Kayu Pahit (*Manihot aipi* phol) menggunakan Isolat Mikroorganisme Lokal. *Jurnal Sainsmat*. Vol.11, No. 2: 161 – 172.
- Oboh, G. 2005. Isolation and Characterization of Amylase from Fermented Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Waste-water. *Afr. J. Biotech*. Vol. 4, No. 10.
- Oboh, G. 2006. Nutrient Enrichment of Cassava Peels Using a Mixed Culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* spp. Solid Media Fermentation Techniques. *Electronic J. of Biotechnology*. Vol. 5, No. 1.

- Oboh, G. and M. K. Oladunmoye. 2007. Biochemical Changes in Micro-fungi Fermented Cassava Flour Produced from Low-and Medium- Cyanide Variety of Cassava Tubers. *Nutr. Health*. Vol. 18. No. 4 :355 – 367
- Odoemelam, S. A. 2005. Studies on Residual Hydrocyanic Acid (HCN) in Garri Flour Made from Cassava (*Manihot* spp.). *Pakistan Journal of Nutrition*. Vol. 4, No. 6.
- Oyedeji, O., S. T. Ogunbanwo, A. A. Onilude. 2013. Predominant Lactic Acid Bacteria Involved in the Traditional Fermentation of *Fufu* and *Ogi*, Two Nigerian Fermented Food Products. *Food and Nutrition Sciences*, 2013, 4, 40-46
- Onwuka, G.I., 2005. Food Analysis and Instrumentation (Theory and Practice). 1st Edn., Naphthali Prints, Surulere, Lagos-Nigeria, pp: 140-160.
- Putri, W. D. R., Haryadi, Dj.W. Marseno, dan M. N. Cahyanto. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Amilolitik Selama Fermentasi Growol, Makanan Tradisional Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.13 No.152-60
- Rahayu, W. P. 1998. Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Reddy G, Altaf M.D, Naveena B.J, Venkateshwar M., and Kumar E.V. 2008. Amyolytic bacterial lactic acid fermentation, a review. *Biotechnology Advances* 26: 22–34
- Sahlin, P. 1999. *Fermentation as a Method of Food Processing*. Lund Institute of Technology.
- Santos, Q.A.B., O.K.S. Ntwampe, and H.J. Doughari. 2013. Continuous Biotechnological Treatment of Cyanide Contaminated Waters by Using a Cyanide Resisten Species of *Aspergillus awamori*. *Environmental Biotechnology*, 6 (1).
- Sobawale, A. O., T.O. Olurin and O.B. Oyewale. 2007. Effect of Lactic Acid Bacteria culture Fermentation of Cassava on Chemical and Sensory Characteristics of Fufu Flour. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 6 (16) , pp 1954-1958.
- Sudarmadji, S., B. Haryanto, dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi ketiga. Penerbit: Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmonowati, E., N. S. Hartati, dan A. Amzal 2008. *Perbaikan Sifat Ubi kayu dan Pengembangannya untuk Ketahanan Pangan dan Nutrisi*. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi, LIPI.
- Suliantari dan W. P. Rahayu., 1991. *Teknologi Fegmentasi Umbi-umbian dan Biji-bijian*. DEPDIBUD-PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.

Lampiran 1. Data Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) dan kapang *Rhizopus* lolitik selama fermentasi

No	Kode Sampel	Jumlah Koloni Total Campuran BAL dan Kapang pada Pengenceran (Koloni/Cawan)	Jumlah CFU/g	Hasil Log
1.	K0H0	5	5×10^8	8,77
2.	K1H0	7	7×10^8	9,07
3.	K2H0	11	11×10^8	9,46
4.	K3H0	13	13×10^8	9,61
5.	K0H2	60	60×10^{12}	12,91
6.	K1H2	79	79×10^{12}	13,17
7.	K2H2	123	123×10^{12}	13,56
8.	K3H2	143	143×10^{12}	13,7
9.	K0H4	89	89×10^{16}	17,29
10.	K1H4	112	112×10^{16}	17,49
11.	K2H4	159	159×10^{16}	17,79
12.	K3H4	180	180×10^{16}	17,89
13.	K0H6	94	94×10^{18}	19,34
14.	K1H6	119	119×10^{18}	19,54
15.	K2H6	169	169×10^{18}	19,84
16.	K3H6	194	194×10^{18}	19,97
17.	K0H8	68	68×10^{16}	17,05
18.	K1H8	82	82×10^{16}	17,22
19.	K2H8	130	130×10^{16}	17,62
20.	K3H8	148	148×10^{16}	17,73

Lampiran 2. Kadar protein (mg/g) produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

No.	Kode Sampel	Perlakuan			Jumlah	Rata-rata
		I	2	3		
1.	K0	35.04	35.07	35.07	105.18	35.06
2.	K1H0	63.08	63.78	62.38	189.24	63.08
3.	K2H0	89.00	89.00	88.30	266.30	88.77
4.	K3H0	102.98	101.57	102.28	306.83	102.28
5.	K2	37.77	37.07	39.17	114.01	38.00
6.	K1H2	65.17	65.19	63.77	194.13	64.71
7.	K2H2	92.52	92.52	93.22	278.26	92.75
8.	K3H2	107.20	105.80	110.70	323.70	107.90
9.	K4	50.44	49.73	50.44	150.61	50.20
10.	K1H4	83.37	84.77	84.08	252.22	84.07
11.	K2H4	94.57	94.59	93.19	282.35	94.12
12.	K3H4	127.44	125.37	126.77	379.58	126.53
13.	K6	55.32	61.62	53.91	170.85	56.95
14.	K1H6	90.40	89.02	90.40	269.82	89.94
15.	K2H6	101.53	100.13	100.13	301.79	100.60
16.	K3H6	177.30	177.97	176.57	531.84	177.28
17.	K8	53.25	59.55	51.15	163.95	54.65
18.	K1H8	87.58	87.60	88.98	264.16	88.05
19.	K2H8	98.07	98.07	98.77	294.91	98.30
20.	K3H8	174.77	175.46	174.76	524.99	175.00

Keterangan :

K0 = Kontrol tanpa pemberian inokulum

K1 = Konsentrasi inokulum 5 %

K2 = Konsentrasi inokulum 10 %

K3 = Konsentrasi inokulum 15 %

H0 = Sebelum fermentasi

H1 = Fermentasi satu hari

H2 = Fermentasi dua hari

H4 = Fermentasi empat hari

H6 = Fermentasi enam hari

H8 = Fermentasi delapan hari

Lampiran 3. Kadar HCN (mg/g) produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

No.	Kode Isolat	Perlakuan			Jumlah	Rata-rata
		I	2	3		
1.	K0	151.20	150.12	151.20	452.52	150.84
2.	K1H0	86.40	86.40	87.48	260.28	86.76
3.	K2H0	43.20	44.28	43.52	131.00	43.67
4.	K3H0	30.24	30.24	30.24	90.72	30.24
5.	K2	130.68	125.28	123.44	379.40	126.47
6.	K1H2	81.00	81.00	81.00	243.00	81.00
7.	K2H2	42.12	41.26	42.44	125.82	41.94
8.	K3H2	24.84	24.84	23.76	73.44	24.48
9.	K4	123.12	118.80	108.32	350.24	116.75
10.	K1H4	71.28	71.28	71.28	213.84	71.28
11.	K2H4	39.96	39.96	39.96	119.88	39.96
12.	K3H4	20.52	20.52	20.09	61.13	20.38
13.	K6	97.20	95.04	98.28	290.52	96.84
14.	K1H6	44.28	47.52	44.82	136.62	45.54
15.	K2H6	34.56	32.40	33.48	100.44	33.48
16.	K3H6	18.36	18.36	18.68	55.40	18.47
17.	K8	95.04	93.96	96.01	285.01	95.00
18.	K1H8	41.58	44.82	41.90	128.30	42.77
19.	K2H8	31.97	29.81	30.89	92.66	30.89
20.	K3H8	16.20	16.20	16.85	49.25	16.42

Keterangan :

K0 = Kontrol tanpa pemberian inokulum

K1 = Konsentrasi inokulum 5 %

K2 = Konsentrasi inokulum 10 %

K3 = Konsentrasi inokulum 15 %

H0 = Sebelum fermentasi

H1 = Fermentasi satu hari

H2 = Fermentasi dua hari

H4 = Fermentasi empat hari

H6 = Fermentasi enam hari

H8 = Fermentasi delapan hari

Lampiran 4. Kadar asam laktat (%) produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

No.	Kode Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-Rata
1.	K0	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02
2.	K1H0	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02
3.	K2H0	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02
4.	K3H0	0.02	0.03	0.03	0.08	0.03
5.	K2	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02
6.	K1H2	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02
7.	K2H2	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02
8.	K3H2	0.02	0.03	0.03	0.08	0.03
9.	K4	0.03	0.03	0.04	0.09	0.03
10.	K1H4	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04
11.	K2H4	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04
12.	K3H4	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04
13.	K6	0.04	0.04	0.04	0.12	0.04
14.	K1H6	0.04	0.04	0.04	0.12	0.04
15.	K2H6	0.04	0.04	0.04	0.12	0.04
16.	K3H6	0.04	0.04	0.04	0.12	0.04
17.	K8	0.02	0.03	0.03	0.08	0.03
18.	K1H8	0.03	0.03	0.04	0.09	0.03
19.	K2H8	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04
20.	K3H8	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04
20.						

Keterangan :

K0 = Kontrol tanpa pemberian inokulum

K1 = Konsentrasi inokulum 5 %

K2 = Konsentrasi inokulum 10 %

K3 = Konsentrasi inokulum 15 %

H0 = Sebelum fermentasi

H1 = Fermentasi satu hari

H2 = Fermentasi dua hari

H4 = Fermentasi empat hari

H6 = Fermentasi enam hari

H8 = Fermentasi delapan hari

Lampiran 5. Kadar pati (%) produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

No.	Kode Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-Rata
1.	K0	0.65	0.65	0.65	1.94	0.65
2.	K1H0	0.61	0.61	0.61	1.83	0.61
3.	K2H0	0.59	0.59	0.59	1.76	0.59
4.	K3H0	0.57	0.57	0.57	1.71	0.57
5.	K2	0.64	0.64	0.63	1.91	0.64
6.	K1H2	0.59	0.59	0.60	1.78	0.59
7.	K2H2	0.58	0.58	0.58	1.75	0.58
8.	K3H2	0.57	0.57	0.57	1.71	0.57
9.	K4	0.63	0.63	0.63	1.90	0.63
10.	K1H4	0.59	0.59	0.59	1.77	0.59
11.	K2H4	0.57	0.57	0.57	1.72	0.57
12.	K3H4	0.57	0.57	0.57	1.70	0.57
13.	K6	0.63	0.63	0.63	1.89	0.63
14.	K1H6	0.59	0.59	0.59	1.77	0.59
15.	K2H6	0.57	0.57	0.57	1.72	0.57
16.	K3H6	0.56	0.56	0.56	1.68	0.56
17.	K8	0.61	0.61	0.62	1.84	0.61
18.	K1H8	0.59	0.59	0.59	1.76	0.59
19.	K2H8	0.57	0.57	0.57	1.71	0.57
20.	K3H8	0.55	0.55	0.55	1.66	0.55

Keterangan :

K0 = Kontrol tanpa pemberian inokulum

K1 = Konsentrasi inokulum 5 %

K2 = Konsentrasi inokulum 10 %

K3 = Konsentrasi inokulum 15 %

H0 = Sebelum fermentasi

H1 = Fermentasi satu hari

H2 = Fermentasi dua hari

H4 = Fermentasi empat hari

H6 = Fermentasi enam hari

H8 = Fermentasi delapan hari

Lampiran 6. Kadar glukosa (%) produk fermentasi umbi ubi kayu pahit selama fermentasi

No.	Kode Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-Rata
1.	K0	0.44	0.44	0.44	1.32	0.44
2.	K1H0	0.46	0.46	0.46	1.38	0.46
3.	K2H0	0.92	0.92	0.92	2.75	0.92
4.	K3H0	0.94	0.94	0.94	2.82	0.94
5.	K2	0.50	0.50	0.50	1.50	0.50
6.	K1H2	0.55	0.55	0.56	1.66	0.55
7.	K2H2	0.93	0.93	0.93	2.79	0.93
8.	K3H2	0.98	0.98	0.98	2.94	0.98
9.	K4	0.42	0.42	0.42	1.26	0.42
10.	K1H4	0.54	0.54	0.55	1.63	0.54
11.	K2H4	0.92	0.92	0.93	2.77	0.92
12.	K3H4	0.93	0.93	0.94	2.80	0.93
13.	K6	0.40	0.40	0.40	1.19	0.40
14.	K1H6	0.49	0.48	0.49	1.46	0.49
15.	K2H6	0.50	0.49	0.50	1.49	0.50
16.	K3H6	0.52	0.52	0.53	1.57	0.52
17.	K8	0.37	0.37	0.38	1.12	0.37
18.	K1H8	0.46	0.45	0.46	1.36	0.45
19.	K2H8	0.47	0.47	0.47	1.40	0.47
20.	K3H8	0.52	0.52	0.52	1.55	0.52

Keterangan :

- K0 = Kontrol tanpa pemberian inokulum
- K1 = Konsentrasi inokulum 5 %
- K2 = Konsentrasi inokulum 10 %
- K3 = Konsentrasi inokulum 15 %
- H0 = Sebelum fermentasi
- H1 = Fermentasi satu hari
- H2 = Fermentasi dua hari
- H4 = Fermentasi empat hari
- H6 = Fermentasi enam hari
- H8 = Fermentasi delapan hari