

**PENGARUH KONSENTRASI STARTER (Candida utilis)
TERHADAP PRODUKSI PROTEIN SEL TUNGGAL
DARI TEPUNG UBI KAYU
(Manihot utilissima L)**

OLEH

SOPYANG

STB/NIRM : 4589030139 / 90107411111117

UNIVERSITAS

BOGOWA



JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS "45"

UJUNG PANDANG

1995

LEMBARAN PENGESAHAN

Disahkan/Disetujui Oleh

1. Rektor Universitas "45"



(DR. ANDI JAYA SOSE, SE, MBA)

UNIVERSITAS
BOSOWA

2. Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,



(DR. IR. AMBO ALA, MS)

3. Dekan Fakultas Pertanian Universitas "45",



(IR. DARUSSALAM SANUSI)

BERITA ACARA

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas "45" Ujung Pandang No. UF709/02/U-45/X1/1994 15 Nopember 1994 tentang Panitia Ujian Skripsi, maka pada hari ini, Selasa 9 Januari 1996 Skripsi ini diterima dan disahkan setelah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Skripsi Universitas "45" Ujung Pandang untuk memenuhi syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana Program Strata Satu (S-1) pada Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian.

Panitia Ujian Skripsi

Tanda Tangan

K e t u a : Ir. Darussalam Sanusi

Sekretaris : Ir. Jamil Gunawi

Anggota : 1. Ir. H.Ny.Mulyati Tahir MS.

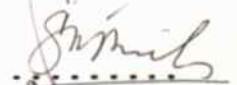
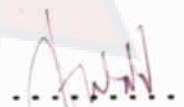
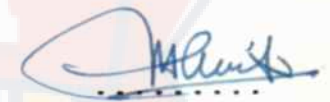
2. Ir.Ny.Sarinah D.Amrullah MSi

3. Ir.Ny. Siti Wardah

4. DR. Ir. Elly Ishak, MSc.

5. Ir. Amran Laga, MS

6. Ir. Darussalam Sanusi




LEMBARAN PENERIMAAN

Judul Skripsi : PENGARUH KONSENTRASI STARTER *Candida utilis* TERHADAP PRODUKSI PEROTEIN SEL TUNGGAL DARI TEPUNG UBI KAYU (*Manihot utilissima* L)


Nama : S O F Y A N G
Stb/Nirm : 4589030139/901074111111117
Fakultas : PERTANIAN
Jurusan : TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
Universitas : "45"

Disetujui
1. Tim Pembimbing



(Ir. H. Ny. Muliati Tahir, MS)

Pembimbing I



(Ir. Ny. Sarinah D. A. MSi)

Pembimbing II



(Ir. Ny. Fiti Wardah)


Pembimbing I

2. Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



(Ir. Abdul Malik)

3. Dekan Fakultas Pertanian



(Ir. Darussalam Sanusi)

Tanggal Lulus : 9 Januari 1996

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan praktek lapang ini.

Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas "45" Ujung Pandang.

Tulisan ini disusun sebagai laporan hasil praktek lapang yang dilakukan di Laboratorium Balai Industri Ujung Pandang selama satu bulan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Pembimbing Ir. H. Muliati Tahir, MS, Ir. Ny. Sarinah D. Amrullah dan Ir. Ny. Siti Wardah yang telah banyak memberikan bantuan, petunjuk dan bimbingan selama penyusunan proposal penelitian sampai akhir laporan praktek lapang ini selesai tersusun.
2. Bapak Drs. Nasir Lateng dan Ibu Dra. Suryani yang telah banyak memberikan petunjuk selama pelaksanaan penelitian.
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas "45" Ujung Pandang, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis.
4. Ayah bunda tercinta dengan segala pengorbanannya

baik moril maupun berupa meterial serta iringan doanya kepada Yang Maha Kuasa sehingga penulis dapat sukses dalam melanjutkan studi.

Penulis sangat menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu keritikan dan saran dari pembaca diharapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat kepada yang memerlukannya.

Ujung Pandang, Oktober 1995

Penulis,

UNIVERSITAS Sofyang

BOSOWA



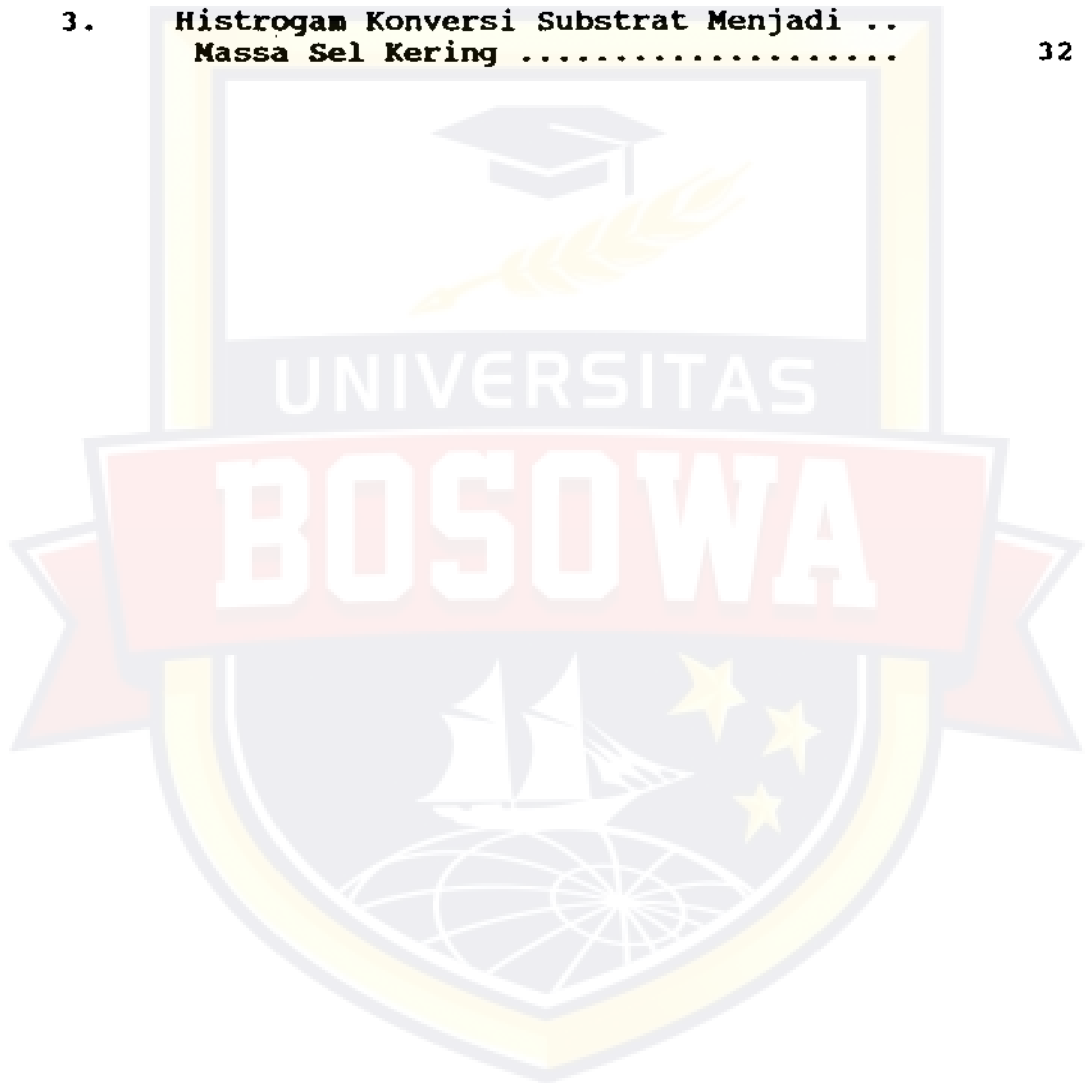
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Botani Ubi Kayu	4
2.2. Komposisi Kimia Ubi Kayu	4
2.3. Tepung Ubu Kayu	6
2.4. Protein Sel Tunggal	7
2.5. Produksi Protein Sel Tunggal	8
2.5.1. Substrat (Ganjar, 1978)	8
2.5.2. Mikroorganisme	8
2.5.3. Proses Produksi Protein Sel .. Tunggal	11
2.6. Fungsi Protein Sel Tunggal	12
III. BAHAN DAN METODE	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2. Bahan dan Alat	17
3.3. Metode Penelitian	17
3.3.1. Penelitian Pendahuluan	17

3.3.2. Penelitian Utama	19
3.3.3. Perlakuan	21
3.4. Parameter yang Diamati	21
3.5. Rancangan Percobaan	21
3.6. Analisa Parameter	21
3.6.1. Produksi Massa Sel Kering (g/l)	21
3.6.2. Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering (%)	22
3.6.3. Kadar Protein	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Penelitian Pendahuluan	26
4.2. Penelitian Utama	26
4.2.1. Produksi Massa Sel Kering ...	26
4.2.2. Konversi Substrat Menjadi ... Massa Sel Kering %	30
4.2.3. Analisa Kadar Protein PST	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. S a r a n	35
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAAR

Gambar	T e k s	Halaman
1.	Skema Produksi Protein Sel Tunggal ...	25
2.	Histogram Produksi Massa Sel Kering ..	28
3.	Histogram Konversi Substrat Menjadi .. Massa Sel Kering	32



DAFTAR TABEL

Tabel	T e k s	Halaman
1.	Spesifikasi tepung ubi kayu	5
2.	Komposisi ubi kayu per 100 gram bahan	6
3.	Kandungan Protein dari beberapa jenis Mikroorganisme	11
4.	Komposisi kimia berbagai jenis mikroorganisme pembentuk protein sel tunggal	13
5.	Perbandingan Kandungan asam amino esensial protein sel tunggal dengan bahan makanan Sumber protein lainnya.	14
6.	Komposisi Kimia biomassa bermacam mikroba (%)	15
7.	Kebutuhan Protein dan Energi Metabolis (ME) pada unggas	16
8.	Komposisi nutrien yang dibutuhkan <i>Candida Utilis</i>	24
9.	Komposisi Agar Miring NRRL	24
10.	Komposisi Massa Sel Kering PST dari .. <i>Candida Utility</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	T e k s	Halaman
1.	Data Produksi Massa Sel Kering	40
2.	Data Konversi Substrat Menjadi Massa . Sel Kering	40
3.	Daftar Sidik Ragam Produksi Massa Kering	41
4.	Daftar Sidik Ragam Konversi Substrat Menjadi Massa Kering	41
5.	Hasil Analisa Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Terhadap produksi Massa Sel Kering	41
6.	Hasil Analisa Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Terhadap produksi Konversi Substrat Men- jadi Massa Sel Kering	41



SOFYANG (4589030139) PENGARUH KONSENTRASI STARTER *Candida utilis* TERHADAP PRODUKSI PROTEIN SEL TUNGGAL DARI TEPUNG UBI KAYU (*Manihot utilissima* L)

RINGKASAN

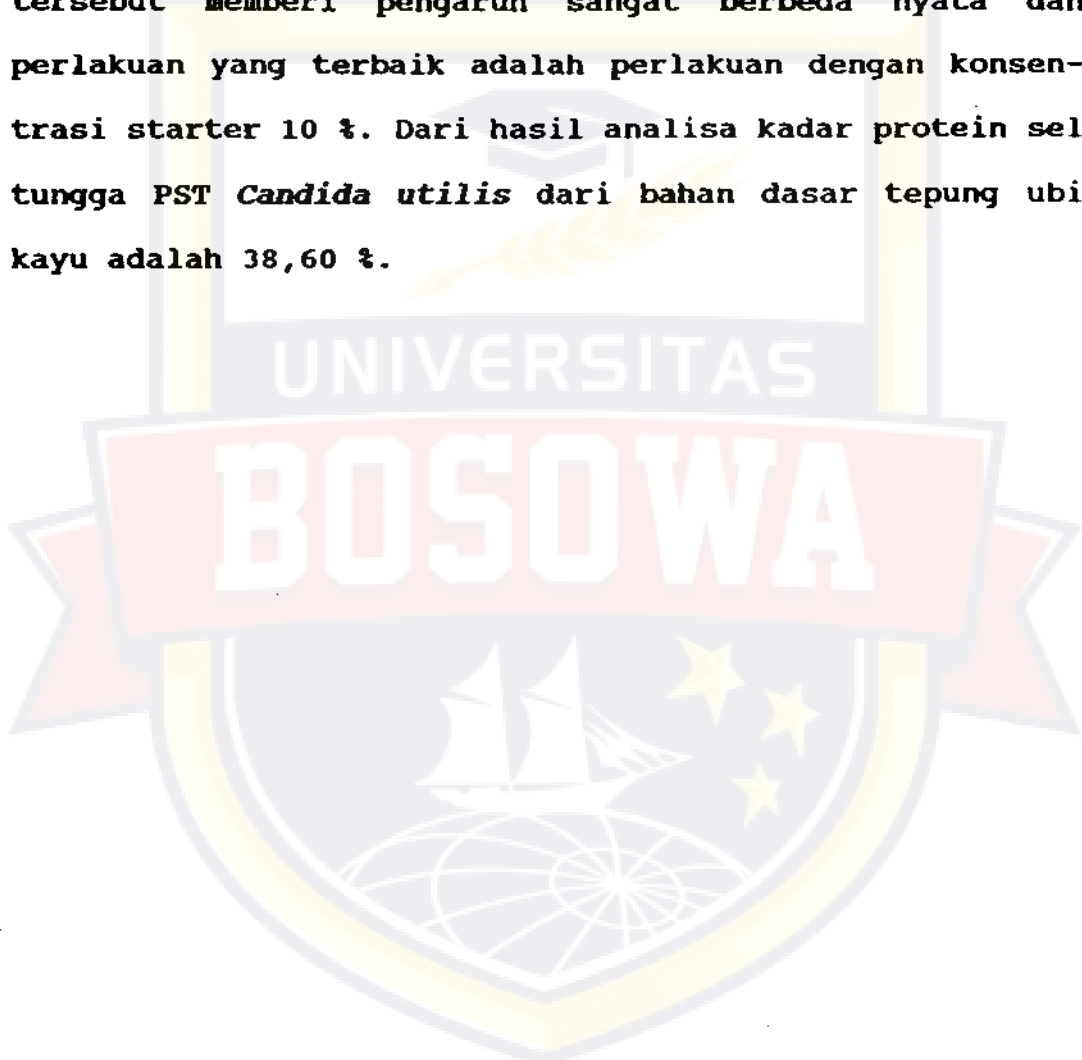
Kebutuhan Protein penduduk dunia merupakan suatu persoalan yang dihadapi, untuk sumber protein konvensional tidaklah mencukupi. Melihat kenyataan ini para pakar teknologi pangan mencoba memanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber protein secara non konvensional.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan tepung ubi kayu sebagai bahan dasar media pertumbuhan mikroba *Candida utilis* sebagai produksi protein sel tunggal. Dan melihat sejauh mana pengaruh konsentrasi starter yang diinokulasikan terhadap substrat menjadi massa sel kering. Penelitian ini menggunakan tiga jenis perlakuan yaitu konsentrasi starter 5 % konsentrasi starter 10 % dan konsentrasi starter 15 %. Rancangan percobaan yang dipergunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan dibuat dalam dua kali ulangan. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah produksi massa sel kering, konversi substrat menjadi massa kering dan analisa protein PST.

Adapun hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa kandungan glukosa tepung ubi kayu 9 %, produksi massa sel kering rata-rata 3,9 g/l pada konsentrasi starter 5 %, rata-rata 5,6 g/l pada konsentrasi starter

10 % dan rata-rata 3,8 g/l pada konsentrasi starter 15 %.

Konversi substrat menjadi massa sel kering rata-rata 7,8 g/l pada konsentrasi starter 5 %, rata-rata 11,2 g/l pada konsentrasi starter 10 % dan rata-rata 7,7 g/l pada konsentrasi starter 15 %. Dari ketiga perlakuan tersebut memberi pengaruh sangat berbeda nyata dan perlakuan yang terbaik adalah perlakuan dengan konsentrasi starter 10 %. Dari hasil analisa kadar protein sel tunggal PST *Candida utilis* dari bahan dasar tepung ubi kayu adalah 38,60 %.



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh baik manusia maupun hewan karena zat ini disamping berfungsi sebagai zat pembangunan dan pengatur juga sebagai bahan bakar dalam tubuh. Disamping itu juga protein berfungsi dalam jaringan sebagai pengganti jaringan yang rusak, membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang ada.

Dalam sel hidup, protein merupakan bagian terpenting merupakan komponen terbesar setelah air dalam tubuh, diperkirakan separuh atau 50 persen berat kering sel dalam jaringan (Winarno, 1986).

Dari data tahun 1978 diketahui bahwa sekitar 30 persen anak prasekolah di Indonesia menderita kekurangan protein (Tarwotjo dkk, 1978). Disamping itu kekurangan kalori protein terdapat 7 persen dari seperdua juta ibu hamil dan 3 persen ibu yang menyusui (Sri, 1978).

Dari data produksi dan konsumsi serta data komposisi produk pangan menunjukkan bahwa kebutuhan nutrisi untuk dua pertiga penduduk dunia belum mencukupi. Sejak permulaan tahun 1960 usaha untuk mencukupi bahan makanan penduduk dunia merupakan persoalan yang sangat serius. Penduduk dunia men-

derita kekurangan gizi diberbagai tempat bervariasi disebabkan karena kecepatan dalam pertumbuhan kelahiran.

Salah satu cara untuk mengantisipasi hal tersebut adalah memanfaatkan bioteknologi secara non konvensional dengan cara pembuatan protein sel tunggal dari biomassa mikroba yang mengisolat protein sel.

Protein sel tunggal (PST) adalah biomassa mikroba yang membentuk isolat protein sel yang merupakan hasil bioteknologi dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk melakukan biotransformasi, yaitu mengubah substrat secara metabolik ke massa sel di dalam bioreaktor. (Enie, 1983).

Ubi kayu merupakan bahan penganyang mengandung kaya karbohidrat (Yamaguchi, 1983). Sedangkan karbohidrat dapat dikonversi menjadi gula seperti; Glukosa, Fruktosa, Manosa, Fruktosa dan Galaktosa sebagai media pertumbuhan mikroba untuk memproduksi protein sel tunggal (Tanjung, 1991)). Salah satu jenis mikroba yang mampu mengubah substrat Glukosa ke massa sel secara metabolik dalam bioreaktor adalah *Candida Utilis*

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini maka yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

- a. Apakah tepung ubi kayu dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan mikroba *Candida Utilis* .
- b. Apakah ada pengaruh konsentrasi starter terhadap produksi protein sel tunggal.

1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh konsentrasi starter *Candida Utilis* terhadap produksi protein sel tunggal.

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani ubi kayu dan perbaikan gizi masyarakat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Botani Ubi Kayu

Ubi kayu (*manihot utilissima* L) termasuk famili Euphorbiceae yaitu terdiri dari ; akar, batang, daun dan bunga. Akar yang keluar dari stek yang ditanamkan berubah menjadi umbi. Batang ubi yang tumbuh tegak lurus, berkayu, beruas dan beruku. Daun yang tumbuh sepanjang batang, tangkai daun agak panjang. Ubi Kayu ditanam dataran rendah jarang sekali terdapat bunga (Hardjodionomo, 1990).

Tanaman ubi kayu termasuk tanaman tahunan karena dapat hidup beberapa tahun, pohonnya kecil akar-akarnya dapat menebal merupakan umbi yang banyak mengandung zat tepung (zetmeal). Batang ada liang yang berisi gabus putih, tingginya dapat mencapai tiga sampai lima meter tergantung pada keadaan lingkungan pertumbuhannya, atau tergantung baiknya faktor-faktor tumbuh dan asal cukup lama dibiarkan tumbuh (Sosrosoedirjo, 1987).

Menurut Jones (1959)), tanaman ubi kayu termasuk tanaman tahunan yang dapat mencapai tinggi 2,4 meter dan malahan dapat mencapai 18 kaki (6 m).

2.2. Komposisi Kimia Ubi Kayu.

Menurut Ingram (1975) ubi kayu belum diolah dapat beracun. Kandungan HCN dibawah 50 ppm dapat

dianggap tidak berbahaya dimakan, kandungan HCN 50 sampai 100 ppm merupakan jenis beracun sedang kandungan lebih 100 ppm dianggap ubi beracun. Walau begitu ditingkatkan toksitasnya namun dapat dikurangi atau berkurang selama pengolahan seperti waktu pengupasan, pencucian, perendaman, pemasakan, pemanasan, pengeringan dan sebagainya sehingga akhir produk sudah rendah kandungan HCN nya dan aman dikonsumsi.

Tabel 1. Spesifikasi tepung ubi kayu

Komponen	Batasan (%)
Air	10 - 14
Pati	70 - 82
Abu	1,8 - 3,0
Serabut	1 - 6

Ingram, 1975

Komposisi kimia ubi kayu akan bervariasi menurut varietas, iklim, tempat tumbuhnya dan cara pengolahan yang berbeda. Disamping itu umur umbi juga akan mengkomposisi kimia ubi kayu (Sosroedirjo, 1987).

Ubi kayu mempunyai kandungan karbohidrat 34,7%

kandungan protein dan lemaknya rendah tapi dapat memberi kalori dalam 100 gram bahan (Harjodinomo, 1970)

Tabel 2. Komposisi ubi kayu per 100 gram bahan

Komposisi	:	Ubi kayu
Kalori	:	142 kalori
Protein	:	1,2 gram
Lemak	:	0,3 gram
Karbohidrat	:	34,7 gram
Ca	:	33 mg
P	:	40 mg
Fe	:	0,7 mg
Vitamin A	:	0 (S1)
Vitamin C	:	30 mg
Air	:	66,5 mg

Anonymous (1979)

2.3. Tepung Ubu Kayu

Tepung adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara penggilingan ukuran diperkecil dengan gaya mekanis (Siswoputronto, 1989).

Menurut Madethem (1989) pemampatan ubi kayu perlu dimasyarakatkan sebagai bahan diversifikasi

menu makanan. Usaha ini perlu dilakukan secara terpadu dan terkordinir berkelanjutan serta perbaiki lembaga atau instansi pemerintah dan swasta dengan dukungan peran serta masyarakat.

2.4. Protein Sel Tunggal

Protein sel tunggal adalah sel kering jasad tenik seperti kapang, khamir, bakteri, ganggang, jamur dan actimynocets yang dibutuhkan pada suatu sistem kultur tertentu berskala besar untuk digunakan sebagai sumber protein dalam pangan maupun pakan (Lichfield, 1977).

Menurut Wuryantriyogo (1984), protein sel tunggal merupakan sumber protein yang sangat potensial, kandungan proteinnya tergantung pada mikroba yang digunakan. Protein sel tunggal juga mengandung karbohidrat, lemak, mineral dan vitamin.

Protein sel tunggal merupakan protein yang berasal dari organisme yang bersel satu maupun bersel banyak tetapi sederhana misalnya bakteri, khamir, kapang, dan ganggang. Kandungan proteinnya bervariasi menurut jenis mikroba yang digunakan, secara umum berkisar antara 50 % sampai 60 % (Tannenbaum *et al* 1978)

Produksi protein sel tunggal digunakan baik untuk pangan maupun makan ternak. Produk ini dapat

dikembangkan baik karena mengingat hal-hal seperti; untuk memproduksi protein sel tunggal diperlukan areal yang lebih sempit dibandingkan dengan metode pertanian konvensional, protein proses produksinya protein sel tunggal laju pertumbuhan cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan tanaman konvensional (Humphrey, 1966).

2.5. Produksi Protein Sel Tunggal

2.5.1. Substrat (Ganjar, 1978)

Bahan baku yang digunakan pembuatan protein sel tunggal dapat dibedakan dalam tiga kategori besar yaitu :

- a. Bahan-bahan yang bersumber energi tinggi misalnya gas alam, n-alkana, "gas oil", metanol, asam asetat, etanol.
- b. Bahan-bahan yang merupakan limbah sampah seperti ampas tebu, dari pabrik gula, "Whey" pabrik susu atau keju, limbah cair, pabrik kertas, sisa minyak bumi, kotoran hewan, sampah rumah tangga, ampas dari pabrik buah buahan.
- c. Buah-buahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang merupakan sumber pati, gula dan sellulosa.

2.5.2. Mikroorganisme

Menurut Destrosier (1968), penggunaan mikroorganisme dalam proses fermentasi memiliki tiga karakteristik :

- a. Mikroorganismen harus mampu tumbuh dengan cepat dalam suatu substrat dan lingkungan yang cocok dan mudah untuk dibudidayakan dalam jumlah besar.
- b. Mikroorganismen harus memiliki kemampuan untuk mengatur ketahanan fisiologis dalam kondisi seperti yang tersebut diatas dan menghasilkan enzim-enzim esensial dalam jumlah besar agar supaya perubahan-perubahan kimia yang dikehendaki dapat tercapai.
- c. Kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan reproduksi maksimum secara komperatif harus sederhana.

Menurut Winarno (1986), dijelaskan pula bahwa mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi yang terpenting adalah kemampuan menghasilkan enzim dalam jumlah besar dimana enzim ini yang akan mengendalikan reaksi-reaksi kimia dalam fermentasi. Enzim-enzim ini sudah terdapat dalam bahan tetapi masih jumlah kecil.

Kriteria utama dalam pemilihan mikroorganime untuk memproduksi biomassa adalah kandungan protein tinggi, laju pertumbuhan tinggi, tidak toksik, nilai kalori dan efisiensi konversi bahan baku menjadi protein sel tunggal serta kriteria tambahan yang meliputi kebutuhan makanan tambahan, selektif

pada medium tertentu, toleransi pada suhu tinggi, pengeringan mudah, sifat penerimaan sebagai nilai gizi cukup tinggi (Amrie, 1975)

Kendala penggunaan kapang untuk pembuatan protein sel tunggal karena sifatnya yang membutuhkan suatu lingkungan yang betul-betul steril. Keuntungannya panen misiliumnya mudah hanya dengan menyaring. Kumpulan mesilium yang diperoleh dapat dibentuk sesuai dengan selera (Ganjar, 1978).

Kendala penggunaan ganggang agak terbatas karena dua hal yaitu letak geografis, karena ganggang membutuhkan kolom kultur yang suhu hangat dan nilai gizinya rendah susah dicerna (Salid, 1978). Bakteri mempunyai kelebihan mampu tumbuh pada berbagai substrat, memiliki waktu perkembangan biakan pendek serta tinggi kandungan proteinnya. Namun demikian, penggunaan bakteri agak terbatas karena berukuran kecil sehingga pemanenannya sulit dan kandungan asam nukleatnya tinggi (Frazier, 1978). Selain itu penggunaan bakteri memerlukan proses pencucian secara teliti dan ketat. Proses ini tidak mudah dilakukan mengingat kecilnya bakteri dibanding dengan mikroorganisme lain (Gandjar, 1978).

Jenis mikroba yang paling populer digunakan untuk memproduksi protein sel tunggal bagi manusia untuk dikonsumsi adalah golongan khamir terutama

Scaromyces dan *Candida*. Kedua jenis ini telah dekat dengan manusia (Winarno, 1993). Khamir mempunyai kelebihan lain yaitu rendah asam nukleatnya, lebih mudah dipanen, dapat tumbuh pada PH yang relatif rendah, protein khamir lebih banyak penerimaannya dari masyarakat (Frasier, 1978).

Menurut Macles (1968), Kandung protein sel tunggal bervariasi menurut jenis species mikroba yang digunakan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Protein dari beberapa jenis Mikroorganisme.

Tipe Mikroorganisme	Kandungan Protein
Khamir	50 - 55
Bakteri	50 - 80
Ganggang	20 - 80
Kapang	15 - 45

Macles, 1968

2.5.3. Proses Produksi Protein Sel Tunggal

Proses pembuatan protein sel tunggal dari tepung ubi kayu dapat dibagi menjadi lima tahap yaitu :

- a. Penyiapan media terdiri dari; penyiapan substrat, hidrolisa, dan sterilisasi.
- b. Fermentasi, meliputi penyiapan strater kemudian fermentasi utama.

- c. Pemanenan
- d. Pasteurisasi
- e. Pengeringan

Adapun diagram alir dari produksi protein sel tunggal dapat dilihat pada gambar 1.

2.6. Fungsi Protein Sel Tunggal

Protein sel tunggal dapat digunakan sebagai tambahan protein pada pangan, ramuan pangan dan juga berfungsi sebagai pembentuk cita rasa, pengikat lemak, air dan pelengkap protein pada pakan ternak (Neech, 1985).

Protein sel tunggal merupakan protein yang sangat potensial karena selain mengandung komponen utama yaitu karbohidrat, lemak, mineral dan vitamin. Komposisi kimia protein sel tunggal dapat dilihat pada Tabel 4.

Protein sel tunggal selain mengandung komponen utama juga mengandung asam amino esensial ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Protein sel tunggal selain mengandung asam nukleat, dibanding dengan pakan konvensional lainnya (Scott dkk 1972, Vilikarii dan Lingko, 1977). Pemberian batasan pemakaian maksimum biomassa mikroba perhari adalah kira-kira 20 gram, berarti tidak lebih 2 gram kandungan asam nukleat perhari untuk orang dewasa. Komposisi kimia mikroba dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Komposisi kimia berbagai jenis mikroorganisme pembentuk protein sel tunggal.

Mikroorganisme	Berat Kering (%)		Karbohidrat (%)	Mineral (%)
	Protein	Lemak		
Bakteri	47 - 86	1 - 39	1 - 36	9,5
Khamir	61	6 - 30	25	6,0
Kapang	13 - 44	1 - 26	51 - 69	2,0
Ganggang	46 - 60	10 - 30	10 - 30	4,7

Sumber : Saono (1974 dan Crueger (1984)

Meningkatnya populasi ternak untuk pemenuhan kebutuhan manusia menyebabkan permintaan PST sebagai tambahan protein untuk pakan semakin banyak terutama untuk pakan unggas, babi dan sapi daging (Tannenbaum et al, 1978). Kebutuhan protein dan energi metabolis pada unggas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5. Perbandingan Kandungan asam amino esensial protein sel tunggal dengan bahan makanan Sumber protein lainnya.

Jenis Asam Amino	PST Bakteri (80%)	PST Khamir (61%)	Tepung Ikan (66%)	Kededei (500%)
Alanine	5,0	4,3	4,2	2,2
Arginine	3,2	4,0	3,7	3,6
Asam Aspartat	7,5	4,9	6,2	6,0
Asam Glutamat	8,0	7,8	8,9	9,4
Glisine	4,1	2,9	3,9	2,1
Histidine	1,5	1,1,	1,5	1,3
Isoleosine	3,2	2,4	3,2	2,5
Phenilalanine	2,9	2,4	2,9	2,5
Proline	2,0	1,9	2,9	2,8
Serin	2,7	3,1	3,0	2,8
Threonine	3,2	2,8	3,0	2,1
Tryptopfan	0,8	0,5	3,0	0,7
Tyrosin	2,2	2,0	2,3	1,8
Valine	4,4	3,2	3,7	2,5
Cistein + Metionine	2,3	1,5	2,6	1,4
Lisin	5,2	4,1	4,9	3,1

Sumber : Siagian (1982)

Tabel 6. Komposisi Kimia biomassa bermacam mikroba (%).

Komponen Kimia	Fungi	Ganggang	Ragi	Bakteri
Nitrogen	5 - 8	7,5 - 10	7,5 - 9	11,5-13,3
N X 6.25	31 - 50	47 - 63	47 - 56	72 - 83
Asam Nukleat	9,2	3 - 8	6 - 12	8 - 16
Abu	9 - 14	8 - 10	5 - 9,5	3 - 7
Lemak	2 - 8	7 - 10	2 - 6	1,5 - 3

Sumber : Reed (1981)



Tabel 7. Kebutuhan Protein dan Energi Metabolis (ME) pada unggas.

Jenis Unggas	Periode Pemeliharaan	% Protein dalam Pakan	ME pakan (kkl/kg)
Kalkum	1 - 4 minggu	28	3000
	5 - 8 minggu	24	3100
	9 - 12 minggu	21	3100
	13 - 16 minggu	19	3100
	17 - 20 minggu	17	3200
	21 - 24 minggu	15	3300
	25 - 28 minggu	14	
	29 - dewasa	13	
	bibit pejantan	13	
	bibit baboon	16	
Angsa	0 - 6 minggu	22	2900
	setelh 6 minggu breeding	15	2900
		16	2900
I t i k	0 - 2 minggu	24	2800
	2 - 4 minggu	20	2800
	4 - 7 minggu	16	2800
	7 - 18 minggu	18	2800
	20 minggu	21	2800
Puyuh	0 - 3 minggu	24-28,9	2700-3170
	3 - 5 minggu	20-28,9	2600-3170
	6 minggu (Petelur)	20-24	
Ayam Petelur	0 - 8 minggu	18	2900
	8 - 18 minggu	15 - 12	2900
	Petelur	15	2850

Sumber : Santoso (1989)

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Balai Industri Ujung Pandang, selama satu bulan yaitu tanggal 1 Agustus 1995 sampai 5 September 1995.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung ubi kayu, biakan murni *Candida Utilis* medium NRRL agar, NaOH 1M, HCL 25 %, Na_2CO_3 1M, garam-garam anorganik antara lain ; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KH_2PO_4 , aquades dan bahan-bahan kimia analisa lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan kapasitas 200 gram dengan ketelitian 0.01 gram, seperangkat pendingin tegak, kompor listrik, PH meter, inkubacor, erlemeyer 300 ml, oven vakum, termometer, kertas saring, gelas ukur dan seperangkat alat-alat analisa lainnya.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan kadar glukosa (gula) tepung ubi kayu sebagai media pertumbuhan *Candida Utilis* terdiri dari 4 aktifitas :

a. Penyiapan Suspensi Tepung ubi kayu

Tepung ubi kayu di campur air dengan perbandingan 200 ml untuk 20 gram bahan tepung ubi kayu.

b. Hidrolisa

Tepung ubi kayu dihidrolisa, dicampur dengan HCL 5%. Hidrolisa dilakukan dalam penangas selama 15 menit kemudian dilanjutkan dengan pendingin tegak selama dua jam. Kemudian didinginkan air yang dialirkan.

c. Netralisasi dan Penyaringan

Netralisasi bertujuan untuk menetralkan asam yang terdapat pada hidrolisa agar tercapai pH optimum pertumbuhan *Candida utilis* yaitu pH 4,8. Bahan digunakan NaOH cristal. Kemudian penyaringan dilakukan dengan bantuan kertas saring whatman 40.

d. Analisa kadar glukosa (Anthrone)

Anthrone (9,10-dihidro-9-oxanthracene) merupakan hasil reduksi anthraquinone. Anthrone beraksi secara spesifik dengan karbohidrat dalam asam sulfat pekat menghasilkan warna biru kehijauan yang khas.

a. Pipet larutan glukosa standar kedalam tabung reaksi 0,0 (blanco), 0,2, 0,4, 0,6 dan 0,8 dan 0,1 ml. Ditambahkan air sampai total volume

masing-masing tabung reaksi 1,0 ml. Ditambahkan dengan cepat 5 ml peraksi anthrone kedalam masing-masing tabung reaksi. Ditutup tabung reaksi sambil dibolak balik sampai merata. Ditempatkan kedalam water bath 100°C selama 12 menit (direndam air mendidih). Kemudian didinginkan dengan cepat pada air mengalir. Dipindahkan kedalam kuvet, dibaca absorbansnya 630 nm. Dibuat kurva hubungan antara absorbans dengan mg glukosa.

b. Penetapan sampel

Dimasukkan kedalam 1 ml sampel (dari persiapan sampel) kedalam tabung reaksi. Selanjutnya dilakukan tahap kedua sampai ke enam seperti pada pembuatan kurva standar. Ditentukan konsentrasi total gula dalam sampel.

$$\% \text{ Glukosa} = \frac{A_1/A_2 \times C_a \times 100 \%}{\text{Bobot contoh (mg)}}$$

Keterangan :

- A₁ = Absorban Sampel
 A₂ = Absorban Sntandar
 C_a = Consentrasasi
 P = Pengenceran

3.3.2. Penelitian Utama

Dari hasil penelitian pendahuluan di lakukan penelitian utama yang terdiri dari lima aktifitas.

a. Sterilisasi

Sterilisasi bertujuan untuk membunuh mikroba yang terdapat pada media (substart) ke dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

b. Pembuatan Inokulum Starter

Kultur murni *Candida Utilis* dibiakkan pada agar miring (regenerasi) selama 48 jam sebelum diinokulasikan pada media cair. Komposisi agar miring yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 8. Starter dibuat sebanyak 150 ml untuk 1500 ml substrat. Sebelum fermentasi terlebih dahulu starter digocok selama 48 jam dengan intensitas goyangan 105 kali per menit dalam skaker.

c. Penyiapan Nutrien

Garam organik sebagai sumber nutrien dapat dilihat pada Tabel 7. Pemberian nutrien sebanyak 10 ml per liter substrat.

d. Fermentasi

Fermentasi dilakukan dalam shaker dengan instensitas goyangan 105 kali per menit selama 72 jam pada erlemeyer 300 ml dengan volume kerja 250 ml.

c. Pemanenan

Pemanenan biomassa sel *Candida Utilis* dilakukan dengan bantuan sentrifuge pada

kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Endapan yang terbentuk dicuci kemudian dikeringkan kedalam oven suhu 55°C selama 12 jam.

3.3.3. Perlakuan

Konsentrasi starter terdiri atas :

A = 5 %

B = 10 %

C = 15 %

3.4. Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah : Produksi Massa Sel Kering (g/l), Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering (%), Kadar Protein PST.

3.5. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 kali ulangan.

3.6. Analisa Parameter

3.6.1. Produksi Massa Sel Kering (g/l)

Massa sel kering dihitung dengan bobot massa sel dengan cara tabung sentrifuge dicuci dan dikeringkan kemudian tabung tersebut ditimbang, dimasukkan bahan yang telah difermentasi kedalam tabung sentrifuge selama 10 menit. Endapan yang terbentuk

dikeringkan dalam oven dengan suhu 55°C selama 12 jam, ditimbang kembali tabung yang telah dikeringkan.

Massa sel kering = gram tabung + bobot massa sel dikurangi gram tabung mula-mula.

3.6.2. Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering (%)

Konversi Substrat menjadi massa sel kering dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Y_s = \frac{Y}{G} \times 100 \%$$

Keterangan :

Y_s = Konversi Substrat menjadi massa sel kering (%)

Y = Jumlah massa sel kering

G = Konsentrasi Glukosa sebelum fermentasi

3.6.3. Kadar Protein

Dihitung 2 gram bahan kemudian dimasukkan kedalam labu kjeldahl, tambahkan 10 gram K_2S atau $\text{Na}_2\text{-SO}_4$ anhidrat, dan 15 - 25 ml H_2SO_2 pekat, kemudian dipanaskan pada kompor listrik atau api bunsen di dalam almari asam, mula-mula api kecil setelah asap hilang api dibesarkan diakhiri cairan menjadi jernih tak berwarna. Dibuat pula perlakuan blanko yaitu perlakuan diatas tanpa contoh, setelah labu kjeldahl beserta cairannya dingin kemudian ditambahkan 200 ml aquades dan 1 gram Zn, serta

larutan NaOH 45 % sampai cairan bersifat bebas. Pasanglah labu kjedhal sampai amoniak menguap semua, destilat ditampung dalam erlemeyer berisi 100 ml HCL 0,1 N yang sudah diberi indikator phenolphthalein 1 % beberapa tetes. Destilasi diakhiri setelah volume distilat 150 ml atau destilat yang keluar tak bersifat basis. Kelebihan HCL 0,1 N dalam destilat dititrasi dengan larutan basa standar (larutan NaOH 0,1 N)).

Perhitungan :

$$\% N = \frac{(\text{ml NaOH Blanko} - \text{ml NaOH Cnth})}{\text{Gram Contoh} \times 10} \times N \text{ NaOH} \times 14,008$$

Keterangan :

N = Nitrogen

N NaOH = Normalitas

% Protein = % N X faktor konversi

= % N X 6,25

Tabel 8. Komposisi nutrisi yang dibutuhkan *Candida Utilis*

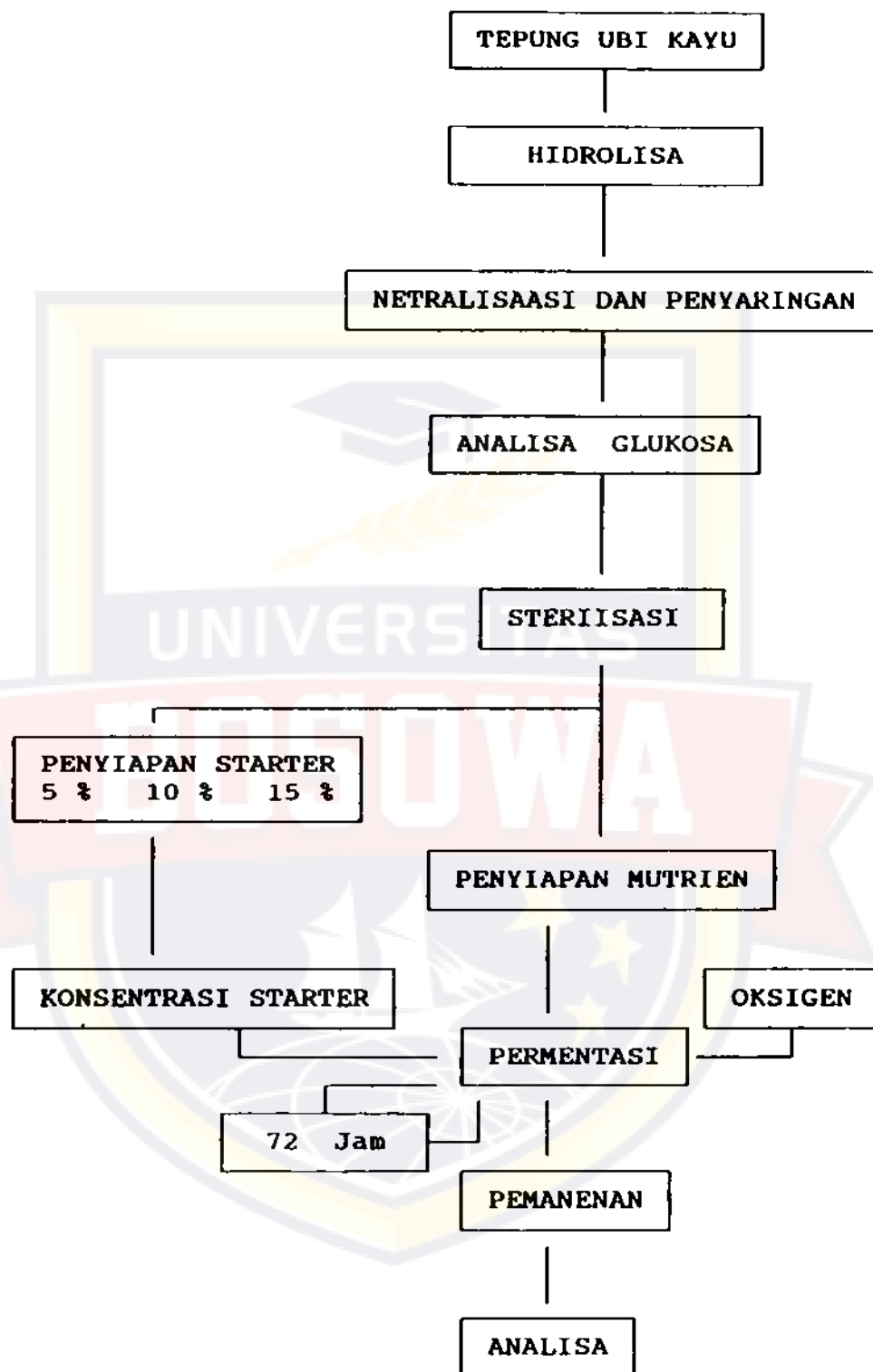
Komposisi	Jumlah
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	10,0 gram
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}$	10,0 gram
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0,1 gram
$\text{KH}_2)_2\text{SO}_4$	0,1 gram
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1 gram
Aquades	100,0 ml

Sumber : Wuryantriyogo (1984).

Tabel 9. Komposisi Agar Miring NRRL

Komposisi	Jumlah
Glokosa	1,0
Pepton	0,5
Malt Ekstrakt	0,3
Yeast Extract	0,3
Agar	1,5

Sumber : Lammel (1979).



Gambar 1. Bagan Alir Produksi Protein Sel Tunggal dari Tepung Ubi Kayu (Sa'id, 1987)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian Pendahuluan

Walaupun umbi-umbi kurang mengandung gula yang nyata dibanding dengan gula tebu yang dikonsumsi, namun tanaman ini kaya dengan polisakarida terutama pati yang terdiri dari banyak gula yang berikatan bersama-sama (Prentis, 1985).

Dari hasil analisa glukosa tepung ubi kayu menunjukkan bahwa kandungan glukosa terdapat 9 % atau 90 g/l. Sehingga untuk digunakan sebagai media pertumbuhan Mikroba *Candida utilis* yang mengisolat protein sel tumbuh dengan baik pada kadar glukosa 5 % (Susanto, S 1990) yang telah ditelitinya bahwa kadar glukosa yang terbaik pertumbuhan mikroba *Candida utilis* adalah substrat yang berkadar glukosa 5 %. Untuk kandungan glukosa tepung ubi kayu 9 % dilakukan pengenceran sampai 5%

4.2. Penelitian Utama

4.2.1. Produksi Massa Sel Kering

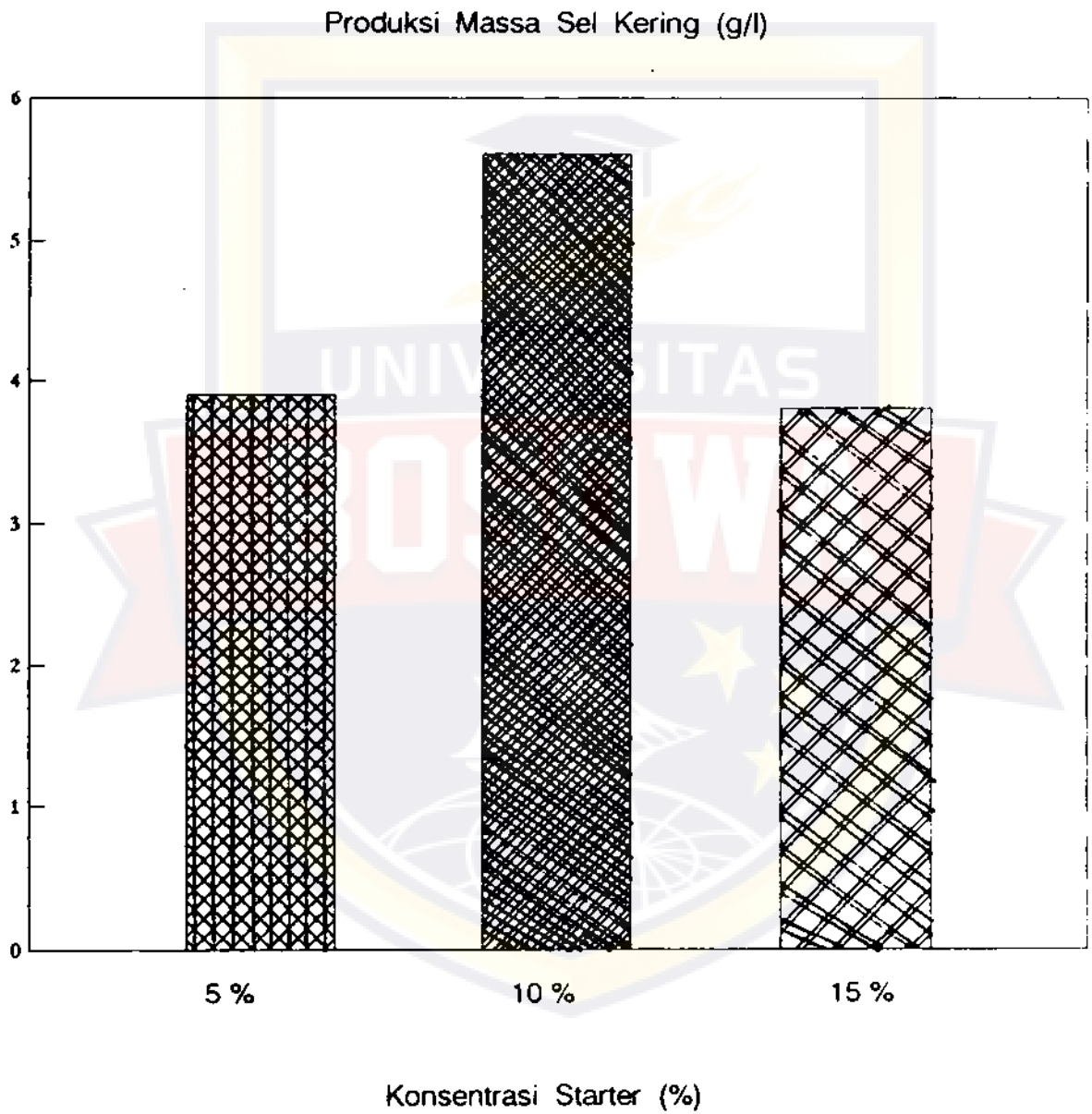
Hasil analisa produk massa sel kering rata-rata 3,9 Konsentrasi 5 %, rata-rata 5,6, Konstrasi 10 %, dan rata-rata 3,8 Konsentrasi 15 % ini dapat dilihat pada (Lampiran 1, Gambar 2).

Dari Gambar 2 dan Lampiran 1 juga pada analisa

keragaman memperlihatkan bahwa ketiga perlakuan tersebut memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap produksi massa sel kering.

Perlakuan dengan konsentrasi starter 10 % rata-rata 5,6 merupakan produksi massa sel kering tertinggi dibanding dengan konsentrasi starter 5 % dan konsentrasi starter 15 %. Hal ini disebabkan karena konsentrasi 10 % jumlah konsentrasi starter dan konsentrasi carbon substrat saling terpenuhi, sehingga menyebabkan fermentasi berjalan sempurna sehingga mampu pada fase eksponensial. Menurut Moat (1979), fase pertumbuhan eksponensial adalah kondisi yang ideal untuk memproduksi massa sel kering secara maksimum karena faktor-faktor pembatas untuk memproduksi massa sel dapat dihilangkan atau dikurangi. Menurut Saono (1974), telah ditelitinya bahwa produksi massa sel kering dari empat jenis species khamir yang ditumbuhkan pada ketela pohon atau gaplek memproduksi massa sel kering antara 5,6 g/l sampai 11,6 g/l.

Pada konsentrasi starter 5 %, merupakan produksi massa sel kering rendah dibanding dengan konsentrasi 10 % disebabkan karena jumlah aktifitas mikroba yang terdapat dalam substrat terlalu rendah sehingga tidak mampu mensuplai semua carbon dalam substrat sampai batas produktifnya.



Menurut Rehm dan Reed (1981) lamanya fase adaptasi dan fase pertumbuhan lambat sulit ditentukan karena bukan hanya tergantung pada jumlah sel yang diinokulasikan, juga ditentukan oleh karakteristik metaboliknya seperti umur dan fisiologiknya.

Pada konsentrasi starter 15 % merupakan produksi massa sel kering rendah dibanding dengan konsentrasi 10 %. Dari hasil analisa uji beda nyata (BNJ) pada konsentrasi starter 5 % sangat berbeda nyata pada konsentrasi 10 % dan tidak berbeda nyata pada konsentrasi 15 % disebabkan karena jumlah konsentrasi starter yang diinokulasikan kedalam substrat terlalu tinggi sehingga carbon yang terdapat dalam substrat cepat berkurang akibatnya mikroba mengalami mengurangi makanan mengakibatkan akumulasi zat-zat metabolik yang menghambat laju pertumbuhan (Moat, 1978) laju pertumbuhan akan menurun terus sampai nilainya sama dengan nol artinya, jumlah sel yang hidup sama dengan jumlah sel yang mati selanjutnya massa sel akan konstan, kemudian jumlah sel yang hidup tetap berkurang dengan adanya lisis juga menyebabkan penurunan massa sel. Makin tinggi konsentrasi mikroba yang diinokulasikan dalam bahan yang difermentasi makin besar pula aktifitas mikroba sehingga fermentasi dipercepat (Syahrir, 1991).

4.2.2. Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering %

Hasil analisa konversi substrat menjadi massa sel kering rata-rata 7,8 % pada konsentrasi starter 5 %, pada konsentrasi starter 10 % rata-rata 11,2 % dan rata-rata 7,7 % pada konsentrasi starter 15 % ini dapat dilihat pada gambar 3 dan lampiran 2.

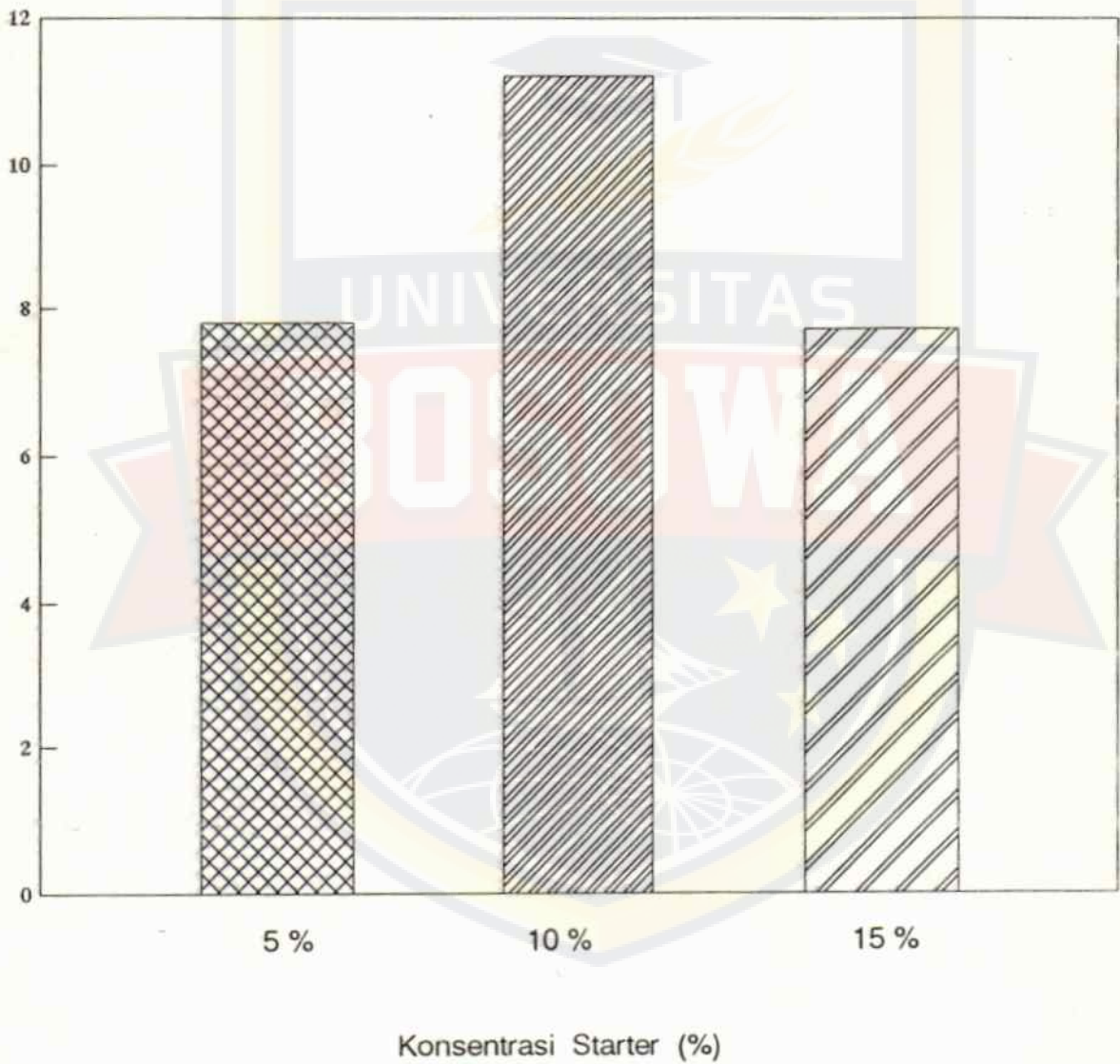
Dari hasil analisa sidik keragaman (lampiran 3) memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata dari ketiga perlakuan terhadap konversi substrat menjadi massa sel kering.

Pada konsentrasi starter 10 % merupakan nilai konversi substrat menjadi massa sel kering yang paling maksimum bila dibandingkan dengan nilai konversi substrat menjadi massa sel kering pada konsentrasi starter 5 % dan konsentrasi starter 15%. Tingginya nilai konversi ini disebabkan karena jumlah konsentrasi starter yang diinokulasikan dengan konsentrasi carbon maupun volume substrat saling terpenuhi. Menurut Moat (1979) pertumbuhan sel merupakan puncak aktifitas fisiologis yang paling mempengaruhi secara berurutan. Proses pertumbuhan ini sangat kompleks mencakup pemasukan nutrien dasar, lingkungan dan jumlah sel.

Dari hasil analisa uji beda nyata (BNJ) pada konsentrasi starter 5% dan konsentrasi starter 15% tidak berbeda nyata tetapi sangat berbeda nyata

terhadap konsentrasi starter 10 %. Rendahnya nilai konversi kedua perlakuan ini disebabkan karena tingginya volume substrat yang akan dikonversi sementara jumlah aktifitas mikroba terlalu rendah untuk mengkonversi substrat kemassa sel kering. Penyebab lain rendahnya nilai konversi substrat pada konsentrasi starter 5 % adalah batas umur mikroba dalam produktifnya pembelahan sel. Menurut Bucle *et al.* (1978) suatu mikroorganisme yang diinokulasikan dalam nutrisi segar, pertumbuhan yang terlihat pertama-tama adalah suatu pembesaran sel atau volume, ketika ukurannya mencapai dua kali lipat besar normal sel tersebut membelah menghasilkan dua sel. Namun demikian jumlah sel mikroba terlalu sedikit melakukan pembelahan sel tetap tidak mampu mengkonversi substrat kemassa sel kering secara maksimum. Disamping itu juga mikroba tidak langsung melakukan pembelahan sel namun harus melewati fase yaitu ; fase lambat merupakan suatu periode tidak terjadi pembelahan sel, periode ini digunakan sebagai kegiatan metabolisme dan penyesuaian diri dari lingkungan baru ini dapat terjadi beberapa menit atau beberapa jam, fase eksponensial merupakan waktu yang digunakan untuk pembelahan sel sampai umur produktifnya, fase tetap merupakan suatu periode tidak terjadi lagi pembelahan sel,

Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering (%)



fase menurun suatu periode mikroba mengalami kematian Buchle et al (1978). Rendahnya nilai konversi substrat kemassa sel kering pada konsentrasi starter 15 % konsentrasi dibanding dengan konsentrasi starter 10 % disebabkan karena konsentrasi starter terlalu tinggi sementara konsentrasi substrat rendah sehingga aktifitas mikroba tidak normal akibatnya sebagian kecil saja mikroba yang sempat pada fase eksponensial atau fase pembelahan sel mikroba mengalami kematian. Menurut Dwidjoseputro (1987), penyebab kematian mikroba disebabkan oleh zat makanan yang diperlukan menjadi berkurang sekali.

4.2.3. Analisa Kadar Protein PST

Protein merupakan kelompok makronutrien yang tidak sama dengan makronutrien lain seperti karbohidrat dan lemak. Protein dapat berfungsi ganda disamping berfungsi sebagai pembentukan biomolekul juga berfungsi sebagai sumber energi apabila organisme kekurangan energi (Sudarmaji, S, dkk, 1989).

Hasil analisa kadar protein PST dari massa sel kering *Candida Utilis* dari glukosa tepung ubi kayu sebagai substrat adalah 38,60 %. Menurut Susanto, S (1990) kandungan protein kimia analisa massa sel kering PST dari *Candida Utilisy* yang telah diteliti adalah 39,64 % sedangkan komposisi kering PTS *Candida Utilisy* dapat dilihat pada Tabel 10.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa tepung dapat digunakan sebagai bahan dasar media (substrat) mikroba *Candida Utilis* sebagai produksi protein sel tunggal karena mempunyai kadar glukosa 9 % dan dapat di encerkan sampai 5 %.

Dari ketiga perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap produksi massa sel kering maupun konversi substrat menjadi massa sel kering. yaitu pada produksi massa sel kering pada konsentrasi starter 5% rata-rata 3,9 % konsentrasi starter 10 % rata-rata 5,6 % dan konsentrasi starter 15 % rata-rata 3,8 % konversi substrat menjadi massa sel kering pada konsentrasi starter 15 % konsentrasi starter 10 % rata-rata 11,2 % dan konsentrasi starter 15 % rata-rata 7,7 % dari ketiga perlakuan yang memberikan pengaruh yang terbaik adalah konsentrasi starter 10 %

Dari hasil analisa kadar protein sel tunggal PST *Candida Utilis* dari bahan dasar tepung ubi kayu adalah 38,60 %.

5.2. Saran

Penelitian ini dilakukan dalam skala laborato-

rium dengan sistim "Bath" yang masih jauh dari kesempurnaan sehingga masih banyak kendala-kendala untuk memproduksi massa sel kering secara sempurna. Maka dari itu penulis mengharapkan agar penelitian ini perlu dilanjutkan dengan modifikasi alat yang lebih lengkap sehingga faktor-faktor kendala dapat diatasi sehingga produksi massa sel kering dan konversi substrat menjadi massa sel kering dan mutu protein PST dapat ditingkatkan lagi. Penulis juga harapkan penelitian terhadap halangan pemakaian PST dalam pangan maupun pakan meliputi studi toksikologi, analisa kimia dan fisika dan studi organoleptik PST.



BOSOWA

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1967. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Amrie, F.K.E. and A.J. Vitas, 1975. Production of Fugal Protein From Carob *Ceratonia Siliqua L.* in : S.R. Tannenbaun and D.I.C. Wang (eds). Single Cell Protein II. MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet and M. Wooton. Food Science (Penerjemah : Hari Purnomo Adiono). 1978. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Crueger, W. and A. Crueger, 1984. Biotechnology A. Textbook Of Industrial Microbiology, Science Tech, Inc. Madison, WI 537005, USA.
- Desrosier, N.W. 1968. The Tecnology of Food Preservation. (Penerjemah : Muchji Muljohardjo). Teknologi Pengawetan Pangan. Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Dwidjosoeputro. 1987. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan. Malang.
- Enie, A.B., 1978. Peranan Bioteknology A Texbook Of Industri Pangan. Warta IHP J. of Agrobased Industri vo 4. No.2.
- Fraxier, S., 1978. Food Microbiology, Mc Graw-Hill Publishing, New York.
- Ganjar, I., 1978. Protein Sel Tunggal Sebagai Sumber-Sumber Protein Non Konvensional dan Prospek Perkembangannya. Berita Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 2 (4) : 9 - 18.
- Harjodinomo, S. 1970. Ubi Kayu-Kedele-Kacang Tanah. Binacipta. Bandung.
- Hampherey, A, A., 1966 Chemical Engineering. Mc Graw-Hill Publishing, New York.
- Ingram, J.S. 1975. Standards, Specification and quality Requirements For Processed Cassave Pruducts. Tropical Products Institute. Londong.

- Jones, W.O., 1959. Manioc In Africa, A Publication of the Food Research Institute. Starford University.
- Lichfield, J.H., 1977 Single Cell Protein. Food Tech 31 (5) 175 - 178.
- Lammel, S.A., R.C. Heimsch, and L. Edwards, 1979. Optimizing the Continuous Produktion Of *Candida utilis* and *Sacharomycopsis fibuligere* on Patato Processing Waste Water, Aplied and Environmental Microbiology 37 : 227 - 232.
- Macles, R.I. and Tannenbaum, S.R. 1968. Single Call Protein M.I.T. Press, Massachsets.
- Madethen, B.B., 1989. Prospek Pengembangan Pengolahan Singkong Sebagai Bahan Baku Industri. Seminar Peningkatan Nilai Tambah Singkong, 10 Oktober 1989. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pajajaran. Bandung.
- Moat, A.G. 1979. Microbiology Psycology, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Nech, G.A., M.A. Tanggart, J. 1985. Food Drink and Biotechnology. Oxford, London, Edinberg, Boston, Polo, Alto, Melbourne : Blakwell Scientific Publication.
- Prentis, S. 1985. Biotechnology (Terjemaha : Meggy The-nadjaja) Biotechnology Eringga, Jakarta.
- Reed, G., 1981. Pengantar Gioindustri Agroindustri Perss. Jurusan Teknologi Industri. IPB. Penerbit PT. Widiatma Srarana Perkasa Jakarta.
- Saosono, S., 1974. Pemanfatan jasad Renik Dalam Pengolahan Hasil Sampingan/Sisa-Sisa Produksi Pertanian Barita LIPI Vol. 18 (14)) : 1 - 11. Jakarta.
- Siagian, E.G., 1982. Stimulasi Radiasi Pertumbuhan dua Species Khamir, pada Medium Limbah Untuk Produksi Protein Sel Tunggal. Diprestasikan- dalam Ceramah Ilmiah PAIR, Batan. Jakarta.
- Susanto, S. 1990. Pengaruh Konsentrasi gula Substrat dan Umur Mikroba Starte *Candida utilis* Pembuatan Protein Sel Tunggal Dari Bahan Ampas Sagu. Tesis Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.

- Sadarmadji, S., Haryono. B., Suhardi. 1989. Analisa Bahan Makanan dan pertanian Penerbit Liberty Yogyakarta Bekerja Sama Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada.
- Siswaputranto, L.D. 1989. Teknologi Pasca Panen Kentang Didalam Asis Asirin Asdhi, dkk. Kentang Edisi Kedua. Balai Penelitian Hujtukultura, Lembang. Jawa Barat.
- Sosrosoedirjo, R.S., 1987. Bercocok Tanam Ketela Pohon. CV. Yasaguna. Jakarta.
- Scott, L.P., M. Sanderson, and G.C. Ashoton. 1972. A Food vehicle for yeas Protein. Cand. Inst. Food Sci Technol J. Vol. 5 (2) : 111 - 114.
- Srkarjati, 1978. Geographicaal Distribution and Prevalence Of Nutritional Defficiency Disease in East Jaava. Indonesia UNAIR, Surabaya, Royal Tropical Institute Amsterdan.
- Syahrir. 1991. Fermentasi Umbi-Umbian. Tesis TIP. Fakultas Pertanian. Universitas "45" Ujung Pandang.
- Tanjung. I.A., Abbas, R. dan Ube, U. 1991. Laporan Penelitian Bioteknologi Produksi Protein Sel Tunggal dari Karbohidrat. Fakultas MIPA. UNHAS. Ujung Pandang.
- Tennenbaum, S.R., C.L. Conney, A. M.Damain and L. Haverbarg, 1978. Non Fotosintetis Single Cell Protein. Didalam M. Milner, N.S. Scrimshan and D.I.C. Wang (eds). Protein Resources and Tecnology : Status aand Research Needs. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.
- Tarwotjo, 1960. Survey Nasional Xeroptbalmia, Heller Kaller International. Departemen Kesehatan RI.
- Wuryantriyogo, B. 1984. Pemanfaatan Onggok Sebagai Substrat Pembuatan Protein Sel Tunggal, Tesis : Fakultasn Teknologi Pertanian Bogor. IPB. Bogor.
- Wnarno, F.G. 1986. Enzim Pangan. PT. Gramedia Jakarta.
- Wnarno, F.G. 1986. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Jakarta.
- Yamaguchi, M. 1983. Principle Production and Nutetive Valuas. DDepartemen Of Vegetable Crops. Uiversty Of California at Darwis. Hal. 111 - 147.

Lampiran 1. Data Produksi Massa Sel Kering (g/l)

Perlakuan (% Starter)	U l a n g a n		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
A	3,960	3,840	7,8	3,9
B	5,360	5,850	11,21	5,6
C	3,776	3,900	7,7	3,8
T o t a l			26,7	13,3

Keterangan : Dilaksanakan pada Laboratorium Mikrobiologi
Balai Industri Ujung Pandang.

Lampiran 2. Data Konversi Substrat Menjadi Massa Sel
Kering (%).

Perlakuan (% Starter)	U l a n g a n		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
A	7,92	7,68	15,6	7,8
B	10,72	11,7	22,42	11,2
C	7,552	7,8	15,33	7,7
T o t a l			53,37	26,7

Keterangan : Dilaksanakan pada Laboratorium Mikrobiologi
Balai Industri Ujung Pandang.

Lampiran 3. Daftar Sidik Keragaman Produksi Massa Sel Kering (g/l)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (BD)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Terkecil (KT)	F Hit	F. Tabel 0,05
Perlakuan	2	4	2	25,4**	9,55
A c a k	3	0,16	0,078		
T o t a l	5	4,16			

**) Berpengaruh sangat nyata

$$KK = 1,327$$

Lampiran 4. Daftar Sidik Ragam Konversi Substrat Menjadi Massa Sel Kering (%)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (BD)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Terkecil (KT)	F Hit	F. Tabel 0,05
Perlakuan	2	16	8	24**	9,55
A c a k	3	1	0,078		
T o t a l	5	17			

**) Berpengaruh sangat nyata

$$KK = 1,925$$

Lampiran 5. Hasil Analisa Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Massa Sel Kering

Perlakuan (% Starter)	Massa Sel Kering Rata - rata (gr)	BNJ
A	3,9 a	0,717
B	5,6 b	
C	3,8 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama Berbeda Tidak Nyata.

Lampiran 6. Hasil Analisa Uji BNJ Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Substrat Menjaddi Massa Sel Kering

Perlakuan (% Starter)	Massa Sel Kering Rata - rata (gr)	BNJ
A	7,8 a	1,474
B	11,2 b	
C	7,7 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama Berbeda Tidak Nyata.